12 260 C3
(2e ex.)

ISSN 0078-9763

MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série C, Sciences de la terre

TOME XXXI

Robert Brendan STOKES

ROYAUMES ET PROVINCES FAUNIQUES DU CRÉTACÉ ÉTABLIS SUR LA BASE D'UNE ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DU GENRE *MICRASTER*

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (Vᵉ)

1975

BIBL. DU MUSÉUM PARIS

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Pz 96o c3

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Série C, Sciences de la terre, Tome XXXI

ROYAUMES ET PROVINCES FAUNIQUES DU CRÉTACÉ ÉTABLIS SUR LA BASE D'UNE ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DU GENRE *MICRASTER*

par

Robert Brendan STOKES

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 3

AVANT-PROPOS 4

INTRODUCTION 5

Première partie. — LA BIOLOGIE ET LA TAXONOMIE DU *MICRASTER*, INTERPRÉTÉES EN RELATION AVEC DES SPATANGUES MODERNES 7

I. — Mode de vie 7
II. — Distribution géographique des Spatangues 8
III. — Taxonomie des Spatangues 9

Deuxième partie. — RÉPARTITION DU *MICRASTER* ET DE QUELQUES AUTRES ÉCHINIDES DU CRÉTACÉ 11

I. — Introduction aux Royaumes Européen et Nord-Africain 11
II. — Régions typiques du Royaume Nord-Africain 12
III. — États-Unis et Mexique 15
IV. — Les Spatangues du Crétacé inférieur de l'Europe boréale 16
V. — La Province Nord du Crétacé supérieur 16
VI. — Allemagne du nord 16
VII. — Belgique 20
VIII. — Scandinavie 24
IX. — Pologne 25
X. — U.R.S.S. 26
XI. — Hongrie 30
XII. — La Province Nord dans les Îles Britanniques 30
XIII. — Angleterre méridionale 33
XIV. — Le Nord-Ouest du Bassin Parisien 36
XV. — Le Sud-Est du Bassin Parisien 38
XVI. — Tchécoslovaquie 42
XVII. — Touraine et Aquitaine 42
XVIII. — La frontière entre la Province Anglo-Parisienne et celle de Touraine-Aquitaine 44

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

XIX. — La région pyrénéenne 45
XX. — La vallée du Rhône 48
XXI. — La France du Sud-Est et lá Suisse 49
XXII. — La Province Indo-Malgache 50
XXIII. — Correspondance entre les Provinces fauniques du Crétacé supérieur. 52
XXIV. — Migration des Royaumes et des Provinces fauniques 54

Troisième partie. — LE GENRE *MICRASTER*. 60
I. — Descriptions systématiques 60
II. — Tendances morphologiques du *Micraster*. 81
III. — L'origine et l'extinction du genre *Micraster* 84

BIBLIOGRAPHIE 88

Source : MNHN, Paris

RÉSUMÉ

En nous basant sur l'étude des échinides spatangues, nous divisons les mers crétacées des continents américain, eurasien et africain en deux royaumes fauniques : le Royaume Européen et le Royaume Nord-Africain. Des espèces allopatriques contemporaines du genre *Micraster* nous permettent d'établir des provinces fauniques distinctes à l'intérieur du Royaume Européen. Nous les interprétons comme reflétant les nappes d'eau du Crétacé et nous montrons qu'avec le temps elles s'étendent plus loin vers le sud et particulièrement au Coniacien et au Campanien.

Nous démontrons que les espèces sympatriques du genre *Micraster* se distinguent très facilement par la hauteur relative de leur périprocte et nous rejetons ici le présent système de classification des échinides spatangues basé essentiellement sur la présence ou l'absence de divers fascioles.

Nous donnons des descriptions systématiques des espèces du genre *Micraster* et nous établissons trois nouvelles espèces : *Micraster westlakei*, *M. solignaci* et *Proraster oedumi* ; et une nouvelle sous-espèce : *M. coranguinum simpsoni*.

En nous fondant sur le genre *Micraster* nous tentons d'établir une correspondance entre les strates turoniennes et sénoniennes des différentes provinces européennes.

Source : MNHN, Paris

AVANT-PROPOS

C'est à M. J. M. HANCOCK, professeur à King's College, London, que je dois le sujet du présent travail et c'est à lui que va tout d'abord ma reconnaissance pour l'intérêt constant qu'il m'a accordé, pour les encouragements et les conseils utiles qu'il n'a cessé de me prodiguer.

M^me^ G. TERMIER, maître de recherches, a bien voulu m'accepter dans son laboratoire. Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude pour son bienveillant et précieux concours et pour l'atmosphère de sympathie dans laquelle j'ai été accueilli.

J'adresse l'expression de mes vifs remerciements à M. le Professeur J.-P. LEHMAN, directeur de l'Institut de Paléontologie, qui a bien voulu admettre mon mémoire parmi les publications de son Institut.

Il m'est agréable aussi de pouvoir remercier très sincèrement M. J. ROMAN, qui m'a aimablement permis un accès libre et facile aux collections dont il a la charge et qui a accepté de surveiller l'impression de cet ouvrage.

Dans les divers instituts ou musées où j'ai dû examiner des collections, j'ai toujours reçu un accueil aimable et l'aide nécessaire. J'ai aussi bénéficié d'intéressantes discussions avec de nombreux amis et collègues et je tiens à remercier particulièrement :

— En France : MM. D. PAJAUD (Paris), J. MANIVIT (Orsay), M. LECLERC (Rouen).

— En Angleterre : MM. R. V. MELVILLE, C. W. WRIGHT, R. P. S. JEFFERIES, H. G. OWEN, J. D. HOLLIS, R. F. SIMPSON, M. K. DURKIN (Londres) ; W. J. KENNEDY (Oxford) ; B. Mc WILLIAMS, N. B. PEAKE (Norwich) et MM. les Professeurs D. NICHOLS (Exeter) et F. HODSON (Southampton).

— En Pologne : M^lle^ St. MACZYNSKA (Varsovie), qui consacra généreusement une très grande partie de son temps à me montrer le crétacé supérieur de la région de Cracovie-Miechow.

— En Allemagne : MM. G. ERNST (Brunswick), P. MEIBURG, M. Le Professeur P. SIEGFRIED (Münster).

— En Belgique : M^lle^ A. DHONT (Bruxelles).

— En Suisse : M. Le Professeur J.-P. SCHAER (Neuchâtel).

— Au Danemark : MM. S. FLORIS, R. G. BROMLEY, et M. Le Professeur H. W. RASMUSSEN (Copenhague).

— En Suède : MM. M. V. JAANUSSON (Stockholm) et M. Le Professeur G. REGNELL (Lund).

Les photographies sont dues à M^lle^ H. COOPER et je la remercie de l'aide qu'elle m'a fournie.

La majeure partie de ce travail fut réalisée à King's College, London, et présentée comme thèse pour le grade de Doctor of Philosophy de l'Université de Londres devant un jury d'examen composé de MM. K. A. KERMACK et J. M. HANCOCK.

Je tiens à remercier vivement Messieurs les Directeurs du Natural Environment Research Council et ceux du Centre National de la Recherche Scientifique dont les subventions ont permis l'accomplissement de ce travail.

Que M^me^ D. LOCCHI, Professeur de Français à l'université de Chiang Mai (Thaïlande), qui a bien voulu revoir le texte français, trouve ici sa part de remerciements.

Enfin il me reste à exprimer ma profonde gratitude à ma femme qui a assumé la tâche ingrate de la traduction et sans la coopération et la patience de laquelle cet ouvrage n'aurait pu être réalisé.

Chiang Mai, le 23 mai 1973.

Source : MNHN, Paris

INTRODUCTION

La grande abondance des Micrasters dans le Crétacé supérieur de l'Europe du nord et de l'ouest ainsi que les importantes variations morphologiques de ce genre ont attiré l'attention d'un grand nombre de naturalistes et de paléontologues depuis le XVII[e] siècle. Hébert (1856-1863) démontra leur grande utilité en stratigraphie et Rowe (1899) en fit un exemple classique de l'évolution. La plus récente révision systématique de ce genre étant celle de Lambert (1895-1901), il nous apparaît souhaitable et nécessaire d'en donner un nouvel examen à la lumière des tout derniers témoignages dont nous disposons.

La grande confusion provoquée dans le genre par des identifications erronées d'espèces *Micraster* et les bases peu solides utilisées pour la classification générique des Spatangues crétacés ont conduit à de nombreuses erreurs quant à leur distribution géographique et stratigraphique.

En 1967, je commençai donc à recueillir et à examiner des échantillons du genre *Micraster* en vue d'étudier leurs variations géographiques en Europe du nord et de l'ouest. Dans les années qui suivirent, je visitai la France, l'Espagne, la Suisse, la Belgique, l'Allemagne, le Danemark, la Suède et la Pologne, travaillant principalement sur le terrain mais examinant aussi les collections importantes qui contiennent des échantillons de Micrasters.

LISTE DES COLLECTIONS EXAMINÉES

FRANCE

Institut de Paléontologie du Musée d'histoire naturelle, Paris.
Collection de de Grossouvre, Peron et autres.

Université de Paris VI.
Collection de J. Lambert.

Université d'Orsay.
Collection de C. Cotteau.

Musée d'histoire naturelle, Rouen.
Collection de E. Bucaille.

Collection privée de M. et M[me] Termier.

ANGLETERRE

British Museum (Natural History), Londres.
Collections de A. W. Rowe, T. Wright et autres.

Institute of Geological Sciences, Londres.
Collections de C. J. Wood, H. B. Woodward et autres.

Source : MNHN, Paris

Norwich Castle Museum.
Collections de Rose, Brydone et autres.

University of Southampton.
Collection de Westlake.

Collections privées de MM. C. W. et E. V. Wright, J. M. Hancock, R. F. Simpson et J. D. Hollis.

SUISSE

Université de Neuchâtel.
Collection des moules en plâtre d'Agassiz et Desor.

BELGIQUE

Musée Royal d'histoire naturelle, Bruxelles.
Collections diverses.

ALLEMAGNE

Universitat Münster.
Collection de l'Université Humboldt (Berlin Est) et autres.

Technische Universitat Braunschweig.
Collection de M. C. Ernst et échantillons à la garde de M. Ernst des collections de Schlüter (Bonn), M. Tröger (Fribourg), M. Schmidt (Hanovre), M. Spiegler (Hambourg).

DANEMARK

Mineralogisk Museum, Copenhague.
Collections diverses.

SUÈDE

Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm.
Collection de Hägg et autres.

Université de Lund.
Collection de Nielsen.

POLOGNE

Muzeum Ziemi, Varsovie.
Collection de M[lle] Maczynska, restes des collections de Nowak et Kongiel, échantillons de Moskvin et Poslavskaia et autres.

Source : MNHN, Paris

PREMIÈRE PARTIE

LA BIOLOGIE ET LA TAXONOMIE DU *MICRASTER*, INTERPRÉTÉES EN RELATION AVEC LES SPATANGUES MODERNES

I. — MODE DE VIE

En 1959, Nichols publia son célèbre ouvrage sur le mode de vie du *Micraster* comparé aux modes de vie des spatangues actuels. Il interpréta les changements morphologiques progressifs décrits par Rowe (1899) comme étant le signe de l'adaptation à un mode de vie de plus en plus fouisseur et, comme Kermack (1954), les Micrasters gibbeux sympatriques et contemporains comme étant des espèces de surface qui labourent dans les sédiments, leurs parties respiratoires découvertes.

Plus récemment, Chesher a achevé une étude détaillée sur les Spatangues modernes des Caraïbes. En 1968, il discute le concept de paires d'espèces sympatriques et montre que dans chaque cas qu'il décrit, les deux espèces d'un même genre occupent toutes les deux la même niche écologique.

L'*Echinocorys* de la craie se trouve souvent représenté par deux formes morphologiques distinctes, à de nombreux niveaux et on doit interpréter ces deux formes comme partageant la même niche écologique.

Les paires d'espèces décrites par Chesher montrent une forme élevée et une forme abaissée tout comme le genre *Micraster* et le *Spatangus* moderne des eaux européennes. La différence entre les deux formes sympatriques du *Micraster*, comme entre celles du *Spatangus*, est clairement mise en évidence par le rapport entre la hauteur du périprocte et la hauteur totale de la thèque, ce qui ne semble pas être le cas pour les paires des Caraïbes.

La profondeur du fouissement semble beaucoup dépendre de la nature du substrat. Les échantillons fouisseurs de Nichols et ceux de Chesher (à l'exception du *Brissopsis alta*) proviennent tous d'endroits sableux ou constitués de débris de coquilles. Dans de tels terrains à gros grains, il est relativement aisé pour un spatangue de maintenir un conduit respiratoire et de rejeter l'eau utilisée dans les interstices du sédiment environnant. Ce dernier procédé, qui est une fonction essentielle du processus respiratoire, devient de plus en plus difficile à mesure que l'animal s'enfonce (Chesher 1969), et, on peut le supposer, dans des boues fines et homogènes. La craie, dans laquelle apparaissent des Micrasters à l'aspect profondément fouisseur, est un dépôt très fin, au grain très homogène. On peut donc se poser la question suivante : les Micrasters seraient-ils capables de se débarrasser de leur eau utilisée s'ils étaient profondément enterrés dans un tel sédiment?

Cette profondeur de fouissement peut aussi être associée aux conditions chimiques à l'intérieur du substrat. Nichols (1959) suggère que le faible potentiel d'oxydo-réduction d'un banc de sable bleu boueux a pu contraindre l'*Echinocardium cordatum* à ne fouir que dans les couches tout à fait supérieures de ce banc. Cette interphase chimique peut se produire plus près de la surface des sédiments des eaux profondes et peut ainsi expliquer l'observation d'Ursin (1960) suivant laquelle *E. cordatum*

Source : MNHN, Paris

vit dans les premiers centimètres de la surface sédimentaire dans la partie centrale de la mer du Nord, alors que sa profondeur habituelle de fouissement est de l'ordre de 25 centimètres dans les sédiments littoraux.

Le Micraster fouit-il?

Les thèques de *Micraster* sont souvent brisées, orientées dans des positions différentes parfois abrasées par leur frottement sur le sol marin. Beaucoup sont couvertes d'une épifaune, y compris leurs parties inférieures. Ces faits sont utilisés par Goldring et Stephenson (1971) pour suggérer l'idée d'un mode de vie non enfoui.

Toutefois, comme le remarque Gislén (1924), les spatangues malades et moribonds remontent à la surface, probablement pour faciliter leur respiration. Ainsi les caractéristiques citées ci-dessus se sont-elles plus vraisemblablement produites après la mort des Micrasters.

Une autre preuve utilisée par ces deux auteurs est l'absence de galeries conservées dans la craie, attribuables au *Micraster*. Ce qui, malheureusement, n'est qu'une preuve négative.

Les galeries fossiles des spatangues sont bien connues dans les strates cénozoïques, mais dans les cas qui me sont familiers, la lithologie et l'environnement qu'elle suggère ne peuvent pas être considérés comme comparables à ceux de la craie. J'ai examiné les galeries d'*Echinocardium* dans les sables à débris coquilleux au Red Crag du Suffolk. Dans ces sables, d'après la façon dont les débris sont moulés autour de la partie postérieure de l'oursin, les galeries sont évidentes. On ne peut s'attendre à voir de telles structures apparaître dans une lithologie comme celle de la craie. Les sédiments dans lesquels les galeries fossiles de spatangues sont conservées semblent se réduire à ceux déposés dans des environnements aux eaux peu profondes et à forte énergie, dans lesquels des couches épaisses peuvent se trouver déposées en un très petit laps de temps, et où les galeries pourraient être préservées avant d'être détruites par le remodelage ou par de longues périodes de bioturbation.

La craie, toutefois, fut déposée très lentement et chaque galerie de spatangues se serait trouvée, de cette façon, soumise au remodelage et à la bioturbation pendant des périodes considérables. En supposant que le *Micraster* puisse fouir à des profondeurs comparables à celles d'*Echinocardium* (environ 25 cms) et qu'un témoignage de l'existence de leurs galeries ait pu se conserver dans la craie, il est très improbable que celui-ci ait pu survivre au remodelage continuel des sédiments par les vers marins. On rapporte que, de nos jours, les vers marins fouissent à des profondeurs de 60 cms (Davidson 1891). De tels vers dans la craie auraient pu enlever toute trace de galeries de spatangues et ce, très longtemps après qu'un *Micraster* ait atteint un niveau particulier.

Kennedy (1967) a montré que la craie inférieure a été très intensément fouie à plusieurs reprises et il n'est pas déraisonnable de supposer que ceci est également vrai pour la craie supérieure.

De ce qui est dit ci-dessus, il ressort que l'absence de preuves directes des galeries du *Micraster* dans la craie n'est pas suffisante pour affirmer que le *Micraster* ne fouit pas. De la même manière, des comparaisons avec le mode de vie des spatangues modernes ne prouvent pas qu'il le fasse. D'autre part, d'après le témoignage des paires d'espèces sympatriques modernes, on pourrait s'attendre à voir le *Micraster* occuper la même niche écologique que les Micrasters gibbeux, ce qui tendrait à prouver qu'il ne fouissait pas. Le problème n'est pas encore résolu.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES SPATANGUES

On regarde souvent la distribution géographique des invertébrés marins comme dépendant d'une quelconque combinaison des facteurs suivants : la nature du substrat, la profondeur de l'eau, sa température, sa salinité ou ses nappes.

Source : MNHN, Paris

Nature du Substrat.

Chesher (1963) a montré que le *Moira atropos* vit aux Caraïbes, aussi bien dans des substrats de vase fine que dans ceux de gravier de corail grossier. En 1968 il a montré que *Brissopsis alta* fouit dans une variété de boues vaseuses qui diffèrent grandement quant à la taille du grain moyen, au calibrage, à la proportion d'argile et de vase. Dans le résumé de son ouvrage de 1968 il déclare « that the characters of these genera {*Brissopsis, Plethotaenia, Paleopneustes*} ..... indicate a strong genetic control which is not greatly influenced by substrate changes or geographic distance ».

La grande variété des lithologies d'où provient le *Micraster glyphus* montre qu'il a toléré des faciès considérablement différents. On le trouve dans les craies excessivement tendres, pures et blanches de Belgique, dans la craie très marneuse autour de Cracovie et dans les grès marneux glauconiques de Scanie et du Bassin de Münster. On ne trouve pas le *M. glyphus* en dehors de la Province Nord, en dépit du fait que des faciès similaires et du même âge se retrouvent ailleurs.

De la même manière, *M. turonensis* n'est pas limité aux grès marneux glauconiques à grain fin de Touraine et d'Aquitaine, mais se trouve aussi dans les faciès de la craie aussi loin au nord que Caudebec.

Ces deux exemples pris dans le genre *Micraster* devraient suffire à montrer que la lithologie a peu ou pas d'importance dans le contrôle de la distribution de ce spatangue fossile.

Il est facile de comprendre comment le concept de contrôle par le faciès fut développé en rapport avec les provinces fauniques. Dans de nombreux cas, celles-ci se restreignent à certains bassins sédimentaires, qui montrent des types lithologiques particuliers souvent avec une commode absence de traces entre les bassins, dûe à l'érosion.

L'association superficielle des provinces fauniques avec certains royaumes de faciès ne conduit pas nécessairement à la conclusion que la lithologie est le facteur causal de la distribution faunique.

Nappes d'Eau.

Ursin (1960) publia le seul rapport qui analyse en détail les facteurs de contrôle de la distribution des échinodermes modernes. Dans le résumé de son ouvrage sur les échinodermes de la mer du Nord, il déclare « The distribution of individual species is only slightly tied up with temperature, salinity, and grade of soil. It seems more dependent upon the distribution of plankton assemblages which, again, are indicators of distinct water masses ».

Younge (1949) établit une relation entre la distribution d'*Echinus esculentus* et celle d'autres invertébrés et ces nappes d'eau. *Orthamalus stellatus* a une répartition qui correspond à celle des eaux atlantiques, « and one is driven to the conclusion that this barnacle is dependent on some obscure but essential constituent of such water ». (Younge 1949).

Des tentatives ont été faites pour identifier les constituants obscurs mais essentiels des nappes d'eau ainsi que leurs différences entre elles ; le problème, toutefois, demeure non résolu.

L'acception de la doctrine uniformitarianiste justifie l'interprétation suivant laquelle les provinces fauniques du crétacé supérieur, décrites dans la partie suivante, sont une réflexion des anciennes nappes d'eau.

III. – TAXONOMIE DES SPATANGUES

La classification des spatangues modernes et fossiles est basée principalement sur la présence ou l'absence de différents fascioles. En dépit du fait qu'on ait longtemps observé des incohérences dans le développement des fascioles chez les spatangues, les échinologues ont continué à attribuer une impor-

Source : MNHN, Paris

tance exagérée à ces caractères éphémères. La plus récente classification des spatangues (Fischer 1966), divise ce qu'on regarde dans cet ouvrage comme un seul genre, en quatre genres (*Isomicraster*, *Mokotibaster*, *Plesiaster* et *Micraster*) classés dans trois familles différentes et en deux sous-ordres distincts, et ce principalement sur la base des fascioles. Nous regardons cette théorie comme insoutenable.

Chesher (1968) a montré que les fascioles peuvent être résorbés durant l'ontogénie, et l'étude des « genres » *Isomicraster* et *Mokotibaster* qu'ils peuvent être perdus durant la phylogénie. Du point de vue des fascioles, les Isomicrasters sont des micrasters dégénérés. Ils ne constituent pas, comme Fischer le déclare, un lien entre les Toxastéridés et les Micrastéridés.

Chesher (1968) affirme que le tracé exact du fasciole sur les plaques de la thèque est constant et que c'est là un caractère précieux pour la classification des spatangues. Il suggère que des gènes inhibiteurs empêchent l'expression phénotypique de caractères épidermaux tels que fascioles et pédicellaires.

Parmi les micrasters, on regarde habituellement les pores conjugués dans le pétale impair, typique de la région respiratoire, comme un caractère d'importance sous-générique, et on l'utilise pour distinguer les formes gibbeuses des micrasters normaux. Toutefois, comme nous le montrons dans cet ouvrage, ce trait apparaît très clairement dans quelques-uns des vrais micrasters tels que *M. glyphus*.

Nous rejetons ici les deux critères utilisés pour les subdivisions des micrasters. À notre point de vue, la seule méthode satisfaisante pour distinguer les micrasters gibbeux des micrasters normaux est celle qui se base sur leur forme. Les micrasters gibbeux développent une forme plus ou moins conique associée à un bas périprocte. Comme ils sont polyphylétiques, nous rejetons tous les sous-genres et nous utilisons le terme « gibbeux » au sens large. La seule alternative serait d'établir un nouveau sous-genre pour chaque lignée distincte, ce qui ne clarifierait pas les choses.

Ainsi, comme dans le cas des spatangues modernes, nous ne répartissons pas les paires d'espèces sympatriques en différents sous-genres.

Chesher (1968) montre que certains caractères méristiques sont d'un grand intérêt taxonomique et l'application de son système de mesure au matériel fossile se trouvera être sans aucun doute de la plus haute importance. Dès 1889, Lambert montra la constance de certains traits méristiques chez l'*Echinospatangus neocomiensis*, ce qui semble être le premier et dernier ouvrage sur cette question chez les Spatangues fossiles.

Idéalement, les classifications devraient reposer sur la phylogénie, que l'on ne peut reconstituer que par un travail détaillé commençant au niveau des espèces pour remonter jusqu'aux plus hauts taxa. En ce qui concerne les formes crétacées, le présent système de classification nécessite une sérieuse révision. D'une part, des formes sans aucun lien entre elles sont classées dans le même genre (ex. : les genres *Plesiaster* et *Periaster* dont nous parlons ci-dessous) ; d'autre part, des formes étroitement liées peuvent être séparées en sous-ordres différents (ex. : le cas du *Micraster* cité ci-dessus). La répartition stratigraphique de taxa si artificiels peut conduire les géologues à émettre, sur un groupe dont ils ne sont pas spécialistes, des conclusions très incertaines.

Source : MNHN, Paris

DEUXIÈME PARTIE

RÉPARTITION DU *MICRASTER* ET DE QUELQUES AUTRES ÉCHINIDES DU CRÉTACÉ

I. – INTRODUCTION AUX ROYAUMES EUROPÉEN ET NORD-AFRICAIN

C'est au Crétacé supérieur qu'on détermine le plus aisément le Royaume Européen, lorsqu'il est caractérisé par la présence de certains Holastéridés et par le genre *Micraster*.

Holaster, *Cardiaster*, *Echinocorys*, *Hagenowia*, *Infulaster* et *Offaster* sont des Holastéridés presque tous limités à ce royaume. Au crétacé inférieur, la distinction entre les deux royaumes est plus difficile à détecter. Ce n'est qu'à l'Albien qu'un Royaume Européen distinct se manifeste avec l'apparition d'*Hemiaster minimus* et d'*Hemiaster baylei*. Pendant la période pré-albienne, la région destinée à devenir le Royaume Européen se caractérise par une faune pauvre en spatangues et ceux qui y apparaissent sont du type de ceux qu'on observe dans le Royaume Nord-Africain. Le spécimen-type d'*Enallaster greenovii*, l'espèce-type du genre caractéristique du Royaume Nord-Africain, provient de l'Angleterre méridionale.

Zoeke (1951) put diviser le genre *Hemiaster* en deux groupes majeurs, l'un typique de l'Europe et l'autre de l'Afrique. Les divisions de Zoeke sont basées principalement sur la forme des plaques dans les portions pré-pétaloïdes des ambulacres postérieurs et sur celle des plaques interambulacraires latérales. Ces caractères ne figurent habituellement pas d'une manière très précise dans les ouvrages plus anciens. Dans les chapitres suivants nous distinguerons les Spatangues européens et nord-africains en nous basant sur leur forme et le développement de leurs pétales.

Les Spatangues européens ont en général une forme globuleuse et des pétales postérieurs relativement courts, habituellement le tiers de la longueur de la paire antérieure, ce que Zoeke remarque à propos des Hemiasters.

Les Spatangues nord-africains sont aplatis avec une face postérieure large et plate, inclinée de telle manière que le périprocte est visible d'en-dessus. Les pétales sont larges avec de nombreux pores allongés, la paire de pétales postérieure étant presque aussi longue que la paire antérieure.

Les genres échinides *Tetragramma*, *Codiopsis*, *Orthopsis*, *Diplopodia* et *Polydiadema* ont l'air d'être limités au Royaume Nord-Africain. Parmi les Spatangues, on peut considérer *Toxaster*, *Miotoxaster*, *Pliotoxaster*, *Enallaster*, *Heteraster*, *Palhemiaster*, *Macraster*, *Enallopneustes*, *Douvillaster* et *Polydesmaster* comme appartenant uniquement à ce royaume. Les prétendus Periasters d'Afrique du nord ne sont que des variantes de la lignée *Hemiaster* nord-africaine, et ne sont en aucune façon reliés aux véritables Periasters de la région Touraine-Aquitaine. On peut dire également la même chose des Epiasters nord-africains.

Pour Mortensen (1950) et Fischer (1966) le *Polydesmaster* n'apparaît qu'en France alors que Lambert (1920) indique très clairement qu'on trouve son nouveau genre à Lambèse et Médina (Aurès) localités situées dans les monts au sud de Constantine (Algérie).

Source : MNHN, Paris

On pourra voir dans les chapitres suivants que les Holastéridés typiques du Royaume Européen, émigrèrent dans les régions du Royaume Nord-Africain et co-existèrent avec les Spatangues de ce royaume avant que ces derniers n'eussent été remplacés par les Spatangues du Royaume Européen.

II. – RÉCIONS TYPIQUES DU ROYAUME NORD-AFRICAIN

La Lignée Hemiaster Nord-Africaine.

Lambert (1933a) révisa les 56 espèces crétacées du genre *Hemiaster* qui apparaissent en Algérie et Tunisie. Il les divisa en onze groupes et appela le premier groupe *Hemiaster* typique. C'est le type européen représenté par *H. bufo* et *H. punctatus*. Comme Lambert le remarqua, les apparitions très rares de ces espèces, respectivement au Cénomanien et au Campanien représentent des migrations vers le sud de la faune européenne. Les groupes *Leymeriaster* et *Holanthus* de Lambert ne paraissent typiques ni du Royaume Européen ni du Royaume Nord-Africain. Tous les membres des autres groupes paraissent typiques du Royaume Nord-Africain, le nombre des espèces par étage étant le suivant : Albien 1, Cénomanien 19, Turonien 12, Santonien 9, Campanien 7 et Maestrichtien 3. On remarquera que le Coniacien est absent des ouvrages anciens sur les échinides de l'Afrique du Nord.

Plusieurs espèces à l'intérieur de la lignée *Hemiaster* algéro-tunisienne de Lambert sont rattachées au genre *Periaster*. Selon Mortensen, ce genre est limité aux régions méditerranéennes. Fischer déclare la même chose en 1966. Les Periasters nord-africains sont des Hemiasters typiques de cette région qui ont développé un fasciole latéro-anal. Ils ne ressemblent aucunement à la lignée cénomanienne-turonienne de Touraine-Aquitaine, d'où proviennent l'espèce-type (*P. elatus*) et d'autres espèces de *Periaster* depuis longtemps connues.

Maroc.

Les échinides crétacés du Maroc ont été étudiés par Lambert (1931, 1933, 1937), Petitot (1961-62) et Devriès (1965). On trouve une faune toxastéride du Berriasien à l'Aptien et Devriès signale la présence d'*Heteraster oblongus* de l'Hauterivien à l'Aptien. *Palhemiaster* et « *Epiaster* » nord-africain apparaissent à l'Aptien, ce dernier étant encore présent à l'Albien. Le Cénomanien ainsi que le Turonien présentent des Hemiasters nord-africains typiques. Cette lignée se prolonge au Campanien où l'on signale *H. messai* bien que manquent les exemples santoniens.

Lambert (1937) figure *Gibbaster gibbus* de la région du Rif et le compare à la forme gibbeuse du Campanien supérieur de Nice. Nous ne connaissons pas avec certitude l'âge des strates où ce seul échantillon fut recueilli. Il n'a pas l'apparence d'un *Micraster* gibbeux européen typique (seule la face supérieure est figurée) et, à supposer que cette figure soit grandeur nature, il est possible que cet échantillon soit lié à *M. peini*, une espèce limitée au Coniacien-Santonien.

Algérie.

Les échinides crétacés de cette région ont été étudiés par Cotteau, Peron et Cauthier (1875-84), Lambert (1931-32), et Devriès (1960). Les Toxasters et *Heteraster* sont encore présents à l'Aptien lorsque les *Macraster* et *Palhemiaster* apparaissent. L'Albien présente *Heteraster* et « *Epiaster* ». Les Hemiasters typiques nord-africains persistent de l'Albien au Maestrichtien.

En même temps que *Polydesmaster* et quelques Hemiasters typiques du Cénomanien, Lambert (1931) signale *Micraster numidicus* Cauthier. Les figures données dans Lambert et Thiéry (1924)

Source : MNHN, Paris

montrent que le *M. numidicus* est un membre de la lignée *Hemiaster*, qui n'a développé qu'un fasciole sous-anal.

Une incursion des formes européennes semble apparaître au Coniacien supérieur dans lequel Devriès (1960) montre l'apparition de *Micraster peini* qui continue tout au long du Santonien. Du Santonien, Lambert (1931) signale de rares *Echinocorys* et *Micraster brevis* (= *M. corbaricus* Lambert), espèce typique de la Province Pyrénéenne. Devriès signale cette même espèce du Santonien d'Algérie.

Tunisie.

La faune spatangue du Crétacé de Tunisie est directement comparable à celle de l'Algérie (Lambert 1931-32) en ce qu'elle présente des éléments nord-africains typiques dans tout le Crétacé.

Nous considérons ici une migration méridionale de *Micraster brevis* comme étant à l'origine de *M. peini* qui donne naissance à *M. solignaci* sp. nov. au Campanien. Nous considérons la lignée *M. peini-solignaci* comme endémique dans cette région du Royaume Nord-Africain.

On observe une autre migration méridionale plus tardive et temporaire, au Campanien supérieur, dont on ne connaît qu'un seul échantillon de *Micraster* gibbeux. Cet échantillon en mauvais état (= *Isomicraster brueti* Lambert 1931) est le témoin d'une influence méridionale des Micrasters typiques de la Province Nord, montrant ainsi une migration continue vers le sud à partir de la région de Nice.

Égypte.

Les échinides crétacés de ce pays furent décrits par Fourtau (1914) et Lambert (1932). Les Spatangues les plus primitifs qui furent signalés (*Toxaster*, *Heteraster* et « *Epiaster* ») proviennent des dépôts de l'Aptien. Aucune forme albienne n'est mentionnée. Tous les Spatangues du Cénomanien sont typiques de la lignée *Hemiaster* nord-africaine. Cette lignée continue au Turonien et on en connaît deux espèces santoniennes. Le Campanien n'est pas mentionné.

Un changement vers le Royaume Européen apparaît au Maestrichtien où des Holastéridés apparaissent (*Echinocorys fakhryi*) et les Spatangues (*Schizaster dowsoni* et *Linthia chargensis*) sont d'aspect européen.

Le Moyen-Orient.

Cotteau (1869) décrivit plusieurs Hemiasters nord-africains typiques de Syrie et d'Idumée (Palestine). Les plus abondants (*H. fourneli* et *H. saulcyanus*) sont probablement du Cénomanien. Cotteau ne signale qu'un seul échantillon de *H. orbignyanus* venant d'une localité entre Suf et Jerash. C'est un Spatangue européen typique et son apparition dans cette région indique peut-être que le Royaume Européen s'est étendu vers le sud presque jusqu'à la Syrie au Cénomanien. À Martigues (Bouches-du-Rhône) le même Spatangue apparaît en même temps que l'échinide de type nord-africain *Heterodiadema libycum*, ce qui suggère un mélange des deux royaumes.

Amérique du Sud.

Toutes les figures des Spatangues crétacés que j'ai examinées sont typiques du Royaume Nord-Africain. Termier et Termier (1952) montrent qu'*Enallaster* apparaît dans l'extrême sud de l'Argentine. Basse (1928) figure *Heteraster tschudii* de l'Albien supérieur du Pérou et *Hemiaster teilhardi* du Sénonien péruvien. Cooke (1949) figure *Hemiaster* (*Macraster*) *cascajalensis* de l'Albien près de Lima et en 1955 *Hemiaster texanus* de El Napo en Équateur. Cette espèce apparaît aussi au Sénonien du Texas. On trouve en Colombie des échinides crétacés qui ont été décrits par Noeth (1935) et Cooke (1955).

Source : MNHN, Paris

Ce dernier figure *Toxaster colombianus* qui apparaît en abondance à l'Hauterivien ; *Heteraster cesarensis* du Néocomien ; et *Enallaster* (*Washitaster*) *bravoensis* de l'Albien. Cooke (1961) décrit également au Vénézuela des formes nord-africaines typiques : *Enallaster bravoensis* de l'Albien supérieur, *Enallaster* sp. d'un niveau incertain, *Hemiaster* sp. du « crétacé ancien » et *Epiaster whitei* de l'Albien. Tous ces niveaux étant incertains.

Congo et Angola.

Les trois Spatangues crétacés de ces régions que figure Dartevelle (1953) sont typiques du Royaume Nord-Africain. Ce sont *Epiaster catumbellensis* (Albien supérieur moyen), *E. carvalhoi* (? Sénonien) et *Douvillaster benguellensis* (Albien supérieur). *Hemiaster reineckei* (Albien supérieur) et *Epiaster angolensis* (? Sénonien) ne sont pas figurés. Le fait que Dartevelle rapproche le premier du groupe *Mecaster* et que le second soit caractérisé par des pores en rainures allongés et rapprochés l'un de l'autre, suggère qu'ils sont typiques du Royaume Nord-Africain.

Il est très difficile d'expliquer la présence d'Holastéridés typiquement européens (*Holaster dombeensis*, *H. lerichei* et *Cardiaster kelleri*) à l'Albien supérieur de cette région.

Portugal.

Les niveaux à échinides de ce pays vont du Néocomien inférieur au Cénomanien supérieur. De Loriol (1887) note quatre espèces de *Toxaster* et deux d'*Enallaster* dans les couches pré-cénomaniennes. *Enallaster delgadoi* est assez abondant au Cénomanien inférieur, apparition tardive pour ce genre. *Hemiaster* est très abondant à certains niveaux du Cénomanien. De Loriol crée neuf espèces nouvelles, qui toutes, aussi bien que *H. scutiger* (Forbes), appartiennent au groupe *Mecaster* comme le font la majeure partie des espèces algériennes de cet âge.

Ibiza.

Jeannet (1935) figure deux Spatangues typiques nord-africains de l'Urgo-Aptien de cette île. Ce sont *Palhemiaster ibericus* et *Macraster ibizaensis*.

Autriche.

Jeannet (1933) signale *Pliotoxaster* cf. *brunneri* au Barremien et au Barrémien / Hauterivien de la province de Vorarlberg.

Serbie.

Mitrovic (1963) décrit *Heteraster oblongus* de l'Hauterivien de la Serbie orientale.

Source : MNHN, Paris

III. – ÉTATS-UNIS ET MEXIQUE

Les Pentes atlantiques des Appalaches.

Les échinides qu'offrent les roches du Crétacé supérieur appartiennent au Royaume Européen. Les Spatangues les plus primitifs : *Hemiaster welleri* et *H. kuemmeli*, proviennent du groupe de Matawan dans le New Jersey. Dans ce même état, les grès verts de Vincetown du groupe de Rancocas sont riches en échinides et on y trouve, entre autres, *Ananchytes ovatus* qui ressemble beaucoup à l'*Echinocorys sulcatus* que j'ai recueilli dans le Danien supérieur de Limhamn, Suède. Les Spatangues de ces grès : *Hemiaster stella*, *H. ungula* et *H. parastatus*, sont typiques du Royaume Européen et on connaît aussi cette dernière espèce dans la formation de Ripley du Mississippi et de l'Alabama, ce qui, en même temps que l'apparition de *H. lacunosus* Slocum (*non* Coldfuss) indique un prolongement de ce royaume jusque dans ces états du N.-E. du Golfe du Mexique.

Les États centraux des États-Unis et le Mexique.

Smiser (1936) figure vingt-trois espèces de Spatangues, très abondants dans la série Commanche, qui sont toutes typiques du Royaume Nord-Africain et qui appartiennent aux genres *Pliotoxaster*, *Heteraster*, *Lambertiaster*, *Leiostomaster*, *Macraster*, *Palhemiaster* et *Hemiaster*. Les Holastéridés (*Holaster simplex* et *Pseudananchytes completa*) apparaissent dans la formation de Washita au sommet de cette série. L'influence du Royaume Nord-Africain se fait sentir au Texas dans les étages Turonien et Sénonien et les espèces suivantes d'*Hemiaster* sont typiques de ce royaume : *H. jacksoni* apparaît dans le Turonien du Texas, dans la Sierra Santa-Anna du Mexique et aussi dans la province brésilienne de Sergippe ; on trouve *H. texanus* dans le calcaire Anacacho et la marne Taylor de la craie d'Austin et *H. sabinal* à un niveau qui peut être Coniacien ou Santonien.

Au Campanien, les états du golfe appartiennent assurément au Royaume Européen et plus tard encore, *Proraster dalli*, *Linthia variabilis*, *Hemiaster wetherbyi* et *H. humphreysanus* en sont tous typiques.

Cooke (1953) décrivit et figura plusieurs espèces de *Micraster*. Aucun d'entre eux ne comporte la moindre ressemblance avec les Micrasters européens, mais suivant les critères exposés précédemment dans cet ouvrage, ils appartiennent tous à ce royaume. Pour les descriptions et les figures de ces espèces (*M. uddeni* et *Isomicraster danei* du Santonien, *M. americanus* du Maestrichtien et *Isomicraster rossi*, déclaré du Turonien mais qui nous semble trop évolué pour ce niveau) le lecteur voudra bien se référer à l'ouvrage de Cooke (1953).

L'Intérieur occidental.

La présence d'échinides est attestée dans le groupe du Montana des états du Montana et du Dakota Sud. Ils appartiennent au Royaume Européen (par ex. *Hemiaster humphreysanus* et *Cardiaster curtus* de Pierre Shale), ce qui semble indiquer un prolongement nord de ce royaume à partir des états du N.-E. du golfe du Mexique.

Source : MNHN, Paris

IV. – LES SPATANGUES DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR DE L'EUROPE BORÉALE

Le Néocomien marin du Yorkshire présente des échinides dans le lit C (Hauterivien) de l'argile de Speeton. Ils furent décrits et figurés sous le nom de *Spatangus argilaceus* par Phillips (1835). D'Orbigny (1853) les plaça dans le genre *Echinospatangus* et ils formèrent l'espèce-type du *Hypsaster* Pomel 1869. Ils sont généralement connus sous le nom d'*Echinospatangus cordiformis*.

La seule autre mention de Spatangues provenant du Néocomien boréal que je connaisse est la référence de d'Orbigny (1853) à Hills (Hanovre) comme étant une localité à *E. cordiformis*.

Si l'on regarde, comme c'est souvent le cas, les échinides qui apparaissent dans la région boréale comme identiques aux Spatangues de l'Europe méridionale, ils réclament une jonction marine avec la région méditerranéenne. Toutefois il n'est absolument pas certain que ce soient de vrais Spatangues si, comme le suggèrent Lambert et Thiéry (1924), le *Spatangus argilaceus* Phillips est un *Holaster*.

V. – LA PROVINCE NORD DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

Cette province fut ainsi nommée par M. C. W. Wright (*in* Kermack 1954) qui reconnut des différences entre les faunes échinodermes du nord et du sud de l'Angleterre.

La Province Nord est la plus étendue de toutes les provinces du Crétacé supérieur. Elle s'étend de l'Irlande du Nord au Koppeh Dagh, en passant par le Yorkshire, le Lincolnshire, le Norfolk de l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne du nord, la Scandinavie méridionale, la Pologne, l'Ukraine, le bassin de Donetz, la plate-forme russe, le Caucase, la Crimée. Au Campanien inférieur elle s'étend vers le sud et comprend la partie orientale du bassin parisien, pour recouvrir ensuite l'Aquitaine et le sud-est de la France au Campanien supérieur. Un échantillon *Micraster* typique de cette province fut aussi trouvé en Tunisie, et nous regardons ici les Micrasters de la Province Indo-Malgache comme descendant de la lignée gibbeuse de la Province Nord.

VI. – L'ALLEMAGNE DU NORD (Figure 1).

La Lignée Micraster Principale.

Les Micrasters apparaissent d'abord au Turonien moyen inférieur avec *M. borchardi* comme forme dominante. J'ai recueilli cette espèce à Wüllen près de Ahaus où elle n'est pas rare au-dessus des « Hard-grounds » de la Zone à *I. lamarcki*. Il y a des échantillons provenant de nombreuses localités du bassin de Münster dans la collection de l'Université de Münster. Les échantillons du puits de mine de Staffhorst proviennent de la Zone à *I. deformis*, et ceux de Hoppenstedt (Hartzforland) de la Zone à *I. lamarcki* (Collection Tröger). Heinz (1926) signale dans la Zone à *Scaphites geinitzi* de Zeltberg (Luneburg) *M. leskei* qui est plus probablement *M. borchardi*. Elbert (1901) décrit cette espèce, sous le nom de *M. breviporus*, des Teuteburger Waldes.

M. bucaillei (= *M. cortestudinarium* auctorum) se développe à partir de *M. borchardi*, le témoi-

Source : MNHN, Paris

gnage du puits de mine de Staffhorst montre que le changement intervient à peu près au milieu du Turonien supérieur délimité par la stratigraphie basée sur les *Inoceramus*. Des formes intermédiaires apparaissent plus tôt dans d'autres endroits. À Söhlde, Kl. Flöthe et Nettlingen (au sud de Brunswick), ils apparaissent dans la Zone à *I. vancouverensis*. *M. bucaillei* n'apparaît pas dans le bassin de Münster.

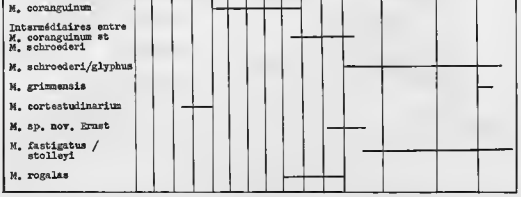


FIG. 1. — Répartition stratigraphique des Micrasters en Allemagne du Nord.

M. bucaillei se développe en *M. coranguinum* au Turonien supérieur. Le témoignage fourni par la mine de Staffhorst montre que *M. coranguinum* typique était présent au Coniacien inférieur et qu'il continue jusqu'au Santonien. La coupe qui affleure dans les carrières autour de Lägerdorf chevauche celle de la mine de Staffhorst et continue jusqu'au Maestrichtien (Ernst 1963, 1966). Du Santonien moyen de la carrière de Breitenburg, M. Ernst a recueilli des échantillons de *M. coranguinum* que je considère comme semblables à ceux de la Zone à *Uintacrinus* de l'Angleterre méridionale. Ses échantillons de *Micraster* du Santonien moyen et supérieur sont des plus évolués et je les regarde comme des intermédiaires entre *M. coranguinum* et *M. schroederi*.

M. schroederi se développe à partir de *M. coranguinum* dans la période comprise entre le Santonien moyen et le Campanien inférieur et lui-même donne naissance à la forme plate de *M. glyphus*, les deux espèces survivant jusqu'au Campanien supérieur moyen.

En général on peut dire que *M. schroederi* est plus typique du Campanien inférieur et que *M. glyphus* l'est plus du Campanien supérieur bien que des échantillons adultes de *M. schroederi* apparaissent encore dans le Campanien supérieur comme ceux de Hamm et de Portawestfalica, S.-E. du bassin de Münster (Collection Université de Münster). La plupart des jeunes échantillons de *M. glyphus* peuvent difficilement être distingués des petits *M. schroederi* ce qui suggère une récapitulation ontogénétique. (Figure 2).

La filiation *M. borchardi* — *bucaillei* — *coranguinum* — *schroederi* est ici interprétée, suivant en cela Nichols (1959), comme montrant une adaptation progressive à un mode de vie de plus en plus profondément fouisseur. On regarde *M. glyphus*, dont les échantillons extrêmes présentent des pores conjugués dans le pétale impair et une face supérieure légèrement conique, comme fouissant mais superficiellement et occupant donc la niche écologique située entre celle de *M. schroederi* et celle des Micrasters gibbeux.

Source : MNHN, Paris

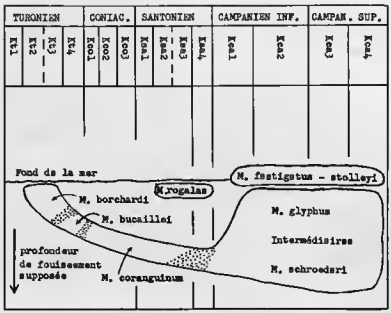


FIG. 2. — Interprétation de la profondeur du fouissement des Micrasters en Allemagne du Nord, excepté le bassin de Münster.

Micraster rogalae.

Cette espèce apparaît dans la craie du Santonien moyen et supérieur de la carrière de Breitenburg à Lägerdorf (Ernst 1963a). Je n'ai vu aucun spécimen que je puisse regarder comme intermédiaire entre cette espèce et la lignée *M. coranguinum — schroederi*. La morphologie de cette espèce suggère que celle-ci était peu profondément fouisseuse. L'ancêtre de *M. rogalae* demeure inconnu. Si la stratigraphie des auteurs russes est correcte, il apparaîtrait beaucoup plus tôt en Europe de l'est. Son apparition en Allemagne et en Belgique pourrait donc représenter une migration occidentale d'une lignée très stable.

Micraster grimmensis.

On ne connaît cette espèce en Allemagne que par la craie à *B. mucronata* dans la région de Rostock (Nietsch 1921), par la partie inférieure des lits à *Bostrychoceras* dans la région de Lunebourg (Heinz 1926) et dans la carrière de Kronsmoor, Lägerdorf (communication personnelle de M. Ernst 1971). Comme pour *M. rogalae*, l'apparition de *M. grimmensis* peut indiquer l'influence d'éléments fauniques venant de la partie orientale de la Province Nord.

Les Micrasters gibbeux.

Dans le bassin de Münster, *M. borchardi* donne naissance à la forme gibbeuse *M. cortestudinarium* (= *M. brevis* auctorum) dans la partie supérieure de la Zone à *I. vancouverensis*. On observe cette transition à partir d'échantillons provenant d'une coupe à Zeche Preussen près de Dortmund qui va du Turonien moyen supérieur au Turonien supérieur. *M. cortestudinarium* abonde dans la Zone à *I. deformis* dans la partie méridionale du bassin de Münster, où je l'ai recueilli : à Erwitte, Paderborn, Kohlstadt et Schlangen. On considère *M. cortestudinarium* s. s. comme étant limité à ce bassin, mais une variété distincte de cette espèce, *M.* (*Isomicraster*) sp. selon Ernst 1970, abonde à Salder

Source : MNHN, Paris

bei Saltzgitter, au sud de Brunswick, dans la partie basse de la Zone à *I. deformis*. Nous voyons donc que les Micrasters gibbeux ne sont pas limités au bassin de Münster au Turonien. (Figure 3).

On voit aisément la distinction entre les espèces contemporaines *M. cortestudinarium* et *M. bucaillei* grâce à la hauteur relative de leurs périproctes. Les périproctes des échantillons de Salder et du bassin de Münster (Paderborn) sont de hauteur identique, et nettement plus bas que ceux de *M. bucaillei* typique. Comme je n'ai qu'un petit nombre d'échantillons, d'ailleurs mal conservés, de *M. bucaillei* venant d'Allemagne, j'utilise ceux du Yorkshire pour le distinguer de *M. cortestudinarium*, qui s'éteint à la fin du Turonien.

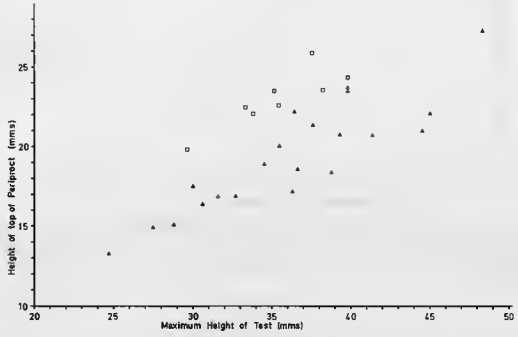


FIG. 3. — Diagramme montrant la différence entre *M. bucaillei* et *M. cortestudinarium* d'après la hauteur relative de leurs périproctes. Abscisse = hauteur totale; ordonnée = hauteur du périprocte. Triangles noirs = *M. cortestudinarium*, Zone à *I. deformis*, Paderborn; triangles blancs = variété du *M. cortestudinarium*, Salder bei Saltzgitter (coll. R. B. S.); carrés blancs = *M. bucaillei*, Zone à *M. cortestudinarium*, Yorkshire (coll. C. W. et E. V. Wright).

Les Micrasters gibbeux réapparaissent au Santonien supérieur et au Campanien inférieur du S.-O. du bassin de Münster sous la forme d'une espèce anonyme (Ernst 1970, pl. 18, figs. 3 et 4). Cette espèce s'est probablement développée à partir de *M. cortestudinarium*.

À l'extérieur du bassin de Münster, des formes gibbeuses évoluées apparaissent dans la Zone à *I. lingua* et *G. quadrata* et continuent jusqu'au sommet de la Zone à *B. langei*. Elles appartiennent à la lignée *M. fastigatus — stolleyi*, qui s'est probablement développée à partir d'une forme pré-existante du Santonien inférieur que l'on ne connaît que par un échantillon de Bornholm. *M. fastigatus* est typique du Campanien inférieur et *M. stolleyi* du Campanien supérieur. Cette lignée est excessivement rare dans le bassin de Münster. Le spécimen-type de *M. stolleyi* provient de Coesfeld, et Schlüter le signale aussi (comme *Epiaster gibbus*) à Halden et Aix-la-Chapelle. Ces échantillons indiquent une migration de cette lignée dans le bassin de Münster au Campanien supérieur. (Figures 4, 5, 6).

La distinction entre les lignées *M. schroederi — glyphus* et *M. fastigatus — stolleyi* se voit facilement sur les figures 4 et 5. Les histogrammes de la hauteur relative de leur périprocte (fig. 6) montrent que la différence entre les deux lignées s'accroît avec le temps et que les formes intermédiaires sont absentes.

Source : MNHN, Paris

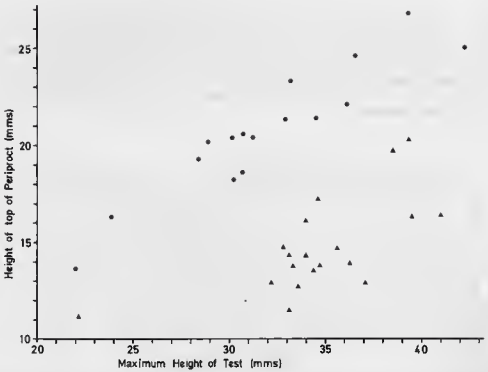


FIG. 4. — Diagramme montrant la différence entre *M. schroederi — glyphus* et *M. fastigatus* au Campanien inférieur de l'Allemagne du Nord. Abscisse = hauteur totale ; ordonnée = hauteur du périprocte. Cercles = *M. schroederi — glyphus*. (1 de Lägerdorf, coll. Schmidt ; 2 de Höver, coll. C. W. et E. V. Wright ; 13 de Höver, coll. R. B. Si) ; triangles = *M. fastigatus* (1 de Lägerdorf, 18 de Höver, coll. R. B. S.).

VII. — BELGIQUE

Ce chapitre est basé sur le matériel que j'ai examiné au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Néanmoins quelques échantillons seront négligés à cause de leur provenance très douteuse. À l'exception des formes campaniennes le genre *Micraster* est très rare en Belgique.

Micraster leskei.

Je n'ai examiné aucun échantillon belge de cette espèce. Le seul qui provienne d'une localité et d'un niveau définitivement connus est celui de Fortes Toises à Harchies (Collection de Mons) que Smiser (1935) décrit et figure. Il déclare qu'il provient de la partie basse de la Zone à *M. leskei* (= Zone à *H. planus*) et la figure qu'il en donne (pl. 7, fig. 3) suggère une forme de la Province Anglo-Parisienne.

Micraster decipiens.

Smiser (1935) se réfère pour cette espèce à un jeune échantillon de la Craie de Saint-Vaast, déjà signalé comme *M. coranguinum* par Lambert (1911) et que je n'ai pas remarqué au Musée de Bruxelles. L'identification de Lambert est probablement correcte en tenant compte de l'âge Santonien de la Craie de Saint-Vaast.

Source : MNHN, Paris

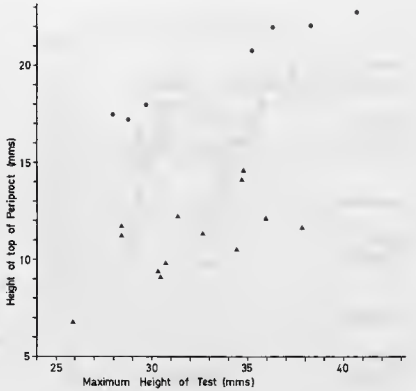


FIG. 5. — Diagramme montrant la différence entre *M. schroederi – glyphus* et *M. stolleyi* au Campanien supérieur de l'Allemagne du Nord. Abscisse = hauteur totale ; ordonnée = hauteur du périprocte. Cercles = *M. schroederi – glyphus* (2 de Darup, coll. Schlüter ; 2 de Dolburg, 1 de Porta Westfalica, coll. Univ. Münster ; 2 de Misburg, coll. R. B. S.) ; triangles = *M. stolleyi* (13 de Misburg, coll. R. B. S.).

Micraster coranguinum.

Un échantillon numéroté I. G. 12710, ramassé entre Mons et Engies est étiqueté comme étant d'âge Campanien moyen (Craie de Nouvelles). C'est un *M. coranguinum* typique du Santonien.

Micraster rogalae.

Le spécimen-type de *M. belgicus* représente cette espèce dans la Craie de Saint-Vaast à Frameries. Le paratype de *M. belgicus* est une forme gibbeuse distincte, peut-être dérivée de *M. rogalae.* (Figure 7).

La Lignée Micraster schroederi – glyphus.

I) *La Craie de Trivières.* Lambert (1911) signale un échantillon de *M. schroederi* de ce niveau à Harmignies.

II) *La Craie d'Obourg.* C'est, d'après les étiquettes, le niveau d'où provient la majorité des Micrasters belge. Des échantillons de cette lignée abondent relativement à Obourg et plus encore à Harmignies. Je n'ai vu de ce niveau que des échantillons uniques de Nimy et de Cuesmes. La lignée *M. schroederi – glyphus* est constituée par des populations résultant du croisement de ces deux espèces,

Source : MNHN, Paris

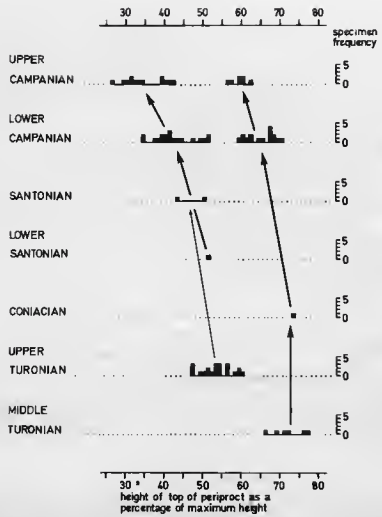


FIG. 6. — Lignées de Micrasters de la Province Nord. Hauteur du périprocte proportionnellement à la hauteur totale. Turonien moyen : *M. borchardi*, Zone à *I. lamarcki*, Willen (coll. R. B. S.). Turonien supérieur : *M. cortestudinarium* et sa variété, exemplaires de la fig. 3. Coniacien : *M. coranguinum*, mare de Staffhorst (coll. Spiegler). Santonien inférieur : *M.* sp. des grès verts de Bavnodde (coll. Min. Mus. Copenhague). Santonien : *M.* sp. des grès verts hiberniens, Co. Derry, Irlande (coll. Hancock). Campanien inférieur et supérieur : exemplaires des figs. 4 et 5.

parmi lesquelles les formes intermédiaires prédominent. Bien que les *M. glyphus* adultes soient facilement identifiables, il est difficile de distinguer les jeunes qui ont souvent une forme semblable à celle de *M. schroederi*. *M. glyphus* est relativement plus abondant que *M. schroederi* à Harmignies qu'à Obourg, fait qui indiquerait que la craie d'Harmignies est un peu plus récente que celle d'Obourg.

III) *La Craie de Nouvelles*. La plupart des échantillons rencontrés dans ces lits sont de type *M. schroederi* bien que l'on connaisse un spécimen de *M. glyphus* dans les localités d'Harmignies et d'Hallembaye. Trois échantillons d'Heure-le-Romain sont très distinctement des formes aplaties de *M. schroederi*, appartenant à la variété *planus* de Maczynska.

Je n'ai vu aucun échantillon belge que je puisse considérer comme *M. brongniarti* bien que Lambert (1911) signale cette espèce de la Craie de Nouvelles à Orp-le-Grand, ainsi que Cotteau (1874) du même niveau à Harmignies.

Source : MNHN, Paris

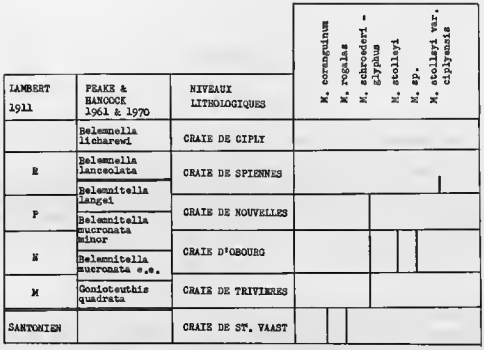


FIG. 7. — Répartition stratigraphique des Micrasters dans le Sénonien de Belgique.

FORMES GIBBEUSES DU CAMPANIEN.

Micraster stolleyi.

Lambert (1911) signale cette espèce dans la Craie de Trivières à Harmignies. Pour ma part je ne connais qu'un seul échantillon typique de cette espèce (I. G. 8261) provenant de la Craie d'Obourg à Obourg.

Je n'ai examiné qu'un échantillon du *M. ciplyensis* de la Craie de Spiennes à Spiennes, figuré par Lambert (1911). On approche peut-être plus de la vérité si on le regarde comme une variété de *M. stolleyi.*

Micraster sp.

Onze échantillons (I. G. 6435 et I. G. 6372), plus celui figuré comme *M. stolleyi* par Lambert (1911), appartiennent à une espèce anonyme qui se distingue de *M. stolleyi* par son péristome plus éloigné du bord et par sa forme moins élevée (Lambert 1911, pl. II, figs. 1-3). Ils proviennent tous de la Craie d'Obourg à Harmignies.

La différence spécifique des Micrasters gibbeux de la Craie d'Obourg à Harmignies et à Obourg étaye l'hypothèse ci-dessus selon laquelle la Craie d'Obourg serait d'âge différent à ces deux endroits.

Source : MNHN, Paris

VIII. — SCANDINAVIE

DANEMARK.

Cette partie est basée sur les échantillons examinés au Mineralogisk Museum de Copenhague.

I) Échantillons du Danien de Faxe et Saltholm.

Mortensen (1924) et Ravn (1927) signalent deux échantillons recueillis à Faxe et un autre à Saltholm qu'ils identifient comme *Micraster*. Apparemment ces échantillons semblent avoir été perdus (communication du Prof. H. W. Rasmussen 1963). Ravn note leur mauvais état de conservation qui ne nous permet pas d'affirmer que ce sont des Micrasters. Il pourrait s'agir de *Cyclaster* ou *Brissopneustes*, ou bien encore d'*Hemiaster* dont je possède un échantillon du Danien supérieur de Limhamn, Suède.

II) *Proraster oedumi* sp. nov.

Synonymie : *Micraster Desori* Ødum 1926, p. 162, pl. II, fig. 1.
Proraster desori (Ødum), Poslavskaia 1964, p. 188, text fig. 231b, pl. 37, fig. 7.

Non : *Micraster Desori* Hébert 1856, pl. 29, fig. 17.

Nous établissons cette nouvelle espèce avec l'aimable permission du Dr. Ødum, pour remplacer le nom de son homonyme primaire plus récent. Le spécimen-type est l'échantillon n° 7647 figuré par Ødum 1926, pl. II, fig. 1a, du Danien supérieur de Kjabenhavns Havn, Knippelsbro, Copenhague. Une étiquette manuscrite de Wind (1953) l'identifie comme « *Washitaster*? sp. ind. ». L'échantillon danien provenant de Purhus et figuré par Ødum pl. II, figs. 1b-c est perdu.

III) *Micraster* sp. des grès verts de Bavnodde.

On ne connaît qu'un seul échantillon de cette forme qui fut recueillie dans le Santonien inférieur sur l'île de Bornholm et que Ravn (1927) mentionne. Cet échantillon est mal conservé, la face orale complètement absente, et la thèque restante un peu déformée à cause de son peu d'épaisseur. C'est une forme gibbeuse typique, le périprocte étant situé à environ 51 % de la hauteur maximum. Les zones interporifères des pétales pairs sont presque divisées. Les pores des rangées externes du pétale impair sont légèrement ovales.

Cet échantillon est probablement un représentant de la lignée à partir de laquelle ont évolué les abondants Micrasters gibbeux campaniens (la lignée *M. fastigatus — stolleyi*).

SUÈDE.

Nous transférons ici le *Micraster idae* Cotteau des grès verts campaniens supérieurs de Köpinge dans le genre *Diplodetus*.

Les vrais Micrasters n'apparaissent en Suède que sous la forme de petits échantillons de *M. glyphus* dans les grès verts de Köpinge. Les sept échantillons que je connaisse proviennent de la région de Köpinge — Herrestad au nord-est d'Ystad. Ils sont presque identiques aux échantillons que j'ai recueillis dans la carrière de Poskwitow près de Cracovie.

Source : MNHN, Paris

IX. — POLOGNE

Les Espèces Turoniennes.

Kongiel (1936) figure deux échantillons de Krasne Siolo près de Wolkowysk sous le nom de *M. leskei*. Le plus petit (Muzeum Ziemi Ee 634 (3)) a tout d'un *M. leskei* mis à part sa thèque très mince. Le plus grand (Ee 634 (4)) a également une thèque très mince et ressemble à *M. corbovis* de la Zone à *H. planus* du bassin anglo-parisien. Kongiel, suivant en cela les auteurs français et anglais, les considère comme des échantillons du Turonien supérieur. En Allemagne ils équivalent au matériel de la Zone à *I. lamarcki*.

Des échantillons similaires apparaissent dans le Turonien supérieur de Kzemieniec (Ee 632 et 633) et le Turonien d'Opole (Ee 649).

Les Micrasters de la Région de Cracovie-Miechow.

Dans cette région affleurent des niveaux qui présentent d'abondants Micrasters étudiés par Nowak (1909b) et Maczynska (1968). Malheureusement la stratigraphie de la craie dans cette région n'est pas connue en détail.

Les Micrasters les plus anciens sont ceux que Maczynska appelle *M. cortestudinarium*. Elle signale cette espèce comme provenant de la craie marneuse glauconique du Turonien de Trojanowice et des marnes vertes du Santonien de Uline Wielka, Ciebultow et Tomaszowice. Des excavations récentes (1969) à Korzkiew ont montré des grès marneux glauconiques riches de cette espèce. Les Micrasters, comme le montrent les sédiments qu'ils contiennent, provenaient à l'origine d'un calcaire glauconique dur mais ont été redéposés dans les grès marneux.

Cette forme légèrement gibbeuse, qui appelle un nom nouveau se caractérise par sa largeur et sa faible hauteur. Le tiers antérieur est très large et se rétrécit vers l'arrière. Les pétales pairs sont fortement excavés et leurs zones interporifères sous-divisées ou divisées.

Le matériel que j'ai recueilli à Korskiew apparaît être du Turonien supérieur au sens allemand du terme. Des échantillons d'autres localités au Muzeum Ziemi, et particulièrement ceux de Ulina Wielka, auraient très bien pu provenir de niveaux plus élevés.

Je considère tous les autres Micrasters que j'ai examiné et recueilli dans cette région comme campaniens. L'ouvrage de Maczynska (1968) divise les formes campaniennes en un très grand nombre d'espèces. Je considère comme *M. glyphus* du Campanien les espèces suivantes : *M. coranguinum* (déclaré du Santonien), *M. bibicensis*, *M.* (*Paramicraster*) *cracoviensis*, *M.* (*P.*) *latior* et *M.* (*P.*) sp. Les *M. brongniarti* de Maczynska sont de jeunes *M. schroederi*. Ses *M. belgicus*, *M. dallonii* et *M. senonensis* sont tous typiques de la lignée *M. fastigatus* — *stolleyi*.

Bien qu'il soit évident que tous ces Micrasters sont campaniens, il est difficile de subdiviser le Campanien à l'aide du *Micraster*. N. B. Peake a examiné les *Echinocorys* que j'ai recueilli et grâce à ces formes il suggère que les niveaux qui affleurent à Pielgrzymowice, Witkowice, Rzerzusnia, Poskwitow, Iwanowice et Bibice correspondent à la Craie d'Eaton du Norfolk.

À Cnatowice, une localité généralement considérée comme maestrichtienne, et où les Micrasters étaient précédemment inconnus, j'ai recueilli deux échantillons écrasés de *M. stolleyi*, ce qui suggère un âge campanien.

La craie de Michalowice, Mlodziejowice et Rzerzusnia correspond peut-être à celle d'Heure-le-Romain en Belgique à cause de la présence de *M. schroederi* var. *planus* dans tous ces lieux.

Source : MNHN, Paris

X. — U.R.S.S.

L'Ukraine.

Nowak (1909a) et Pasternak et al. (1968) ont étudié les échinides crétacés de cette région. (Figure 8).

Les répartitions stratigraphiques des Micrasters données par Pasternak et al. ne sont pas typiques de la Province Nord. En les comparant avec celles de l'Allemagne, on aurait tendance à penser que leur Turonien supérieur et leur Coniacien inférieur correspondent respectivement au Turonien moyen et au Turonien supérieur allemands. L'identification des spécimens figurés par Pasternak et al. semble exacte, mais leur *M. cortestudinarium* est loin d'être typique et a même l'aspect général d'un *M. glyphus*, mis à part le sillon antérieur et la lèvre qui sont peu développés.

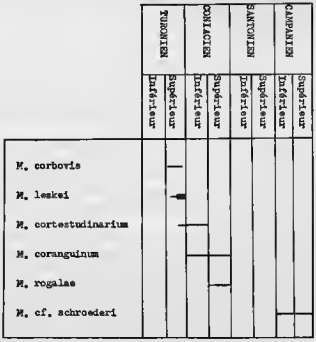


FIG. 8. — Répartition des Micrasters en Ukraine selon Pasternak et al. 1968.

Nowak (1909a) travailla sur la craie autour de Halicz dans la région de Lvov. Il semble probable que son lit I à *M.* cf. *decipiens* (? = *M. bucaillei*) soit Turonien supérieur au sens allemand, et son lit II à *M. rogalae* probablement Santonien moyen ou supérieur bien qu'une étiquette manuscrite de Kongiel indique que le spécimen-type de cette espèce provienne du Turonien.

Le Bassin de Donetz.

Savchinskaya (1967) étudia la répartition des échinides dans cette région, toutefois les espèces ne sont pas figurées dans cet ouvrage. (Figure 9).

Le signalement de *M. grimmensis* du Maestrichtien est plus que douteux. Ailleurs, cette espèce est typique du Campanien supérieur. De nombreuses espèces d'*Echinocorys* et *Galeola senonensis*

Source : MNHN, Paris

sont signalées dans le Campanien supérieur, mais on regarde ce dernier comme une espèce du Campanien inférieur en Allemagne (Ernst 1963a, b). Selon Savchinskaya, les échinides du Santonien et du Campanien inférieur sont absents.

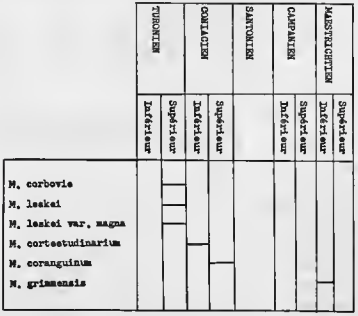


FIG. 9. — Répartition stratigraphique des Micrasters dans le bassin du Donetz selon Savchinskaya 1967.

LA PLATEFORME RUSSE.

Les échinides crétacés sont rares dans le nord-est de cette plateforme. Cette diminution du nombre des échinides correspond à un changement majeur du faciès et de la faune bélemnite, ce que Naidin (1960) explique par le climat.

Dans la partie sud-ouest de la plateforme russe apparaît *M. corbovis* dans la Zone à *I. lamarcki* (Turonien supérieur) et *M. coranguinum* dans la Zone à *I. involutus* (Coniacien supérieur). On trouve les mêmes espèces aux mêmes niveaux dans la partie septentrionale de la dépression de la Mer Noire (Naidin 1959). Dans la Zone à *B. langei* de la région de Volsk, Naidin (1960) signale *M. grimmensis*. En Allemagne, on considère la Zone à *I. lamarcki* comme du Turonien moyen inférieur et la Zone à *I. involutus* comme du Coniacien moyen.

LES FLANCS SEPTENTRIONAUX DU CAUCASE ET DE CRIMÉE.

Moskvin et Poslavskaya (1959) publièrent des figures de Micrasters en provenance de cette région, et nous basons cette partie de notre ouvrage sur ces figures. (Figure 10).

M. corbovis et *M. leskei* apparaissent semblables à ceux de la Zone à *H. planus* du bassin anglo-parisien. Nous considérons ici *M. subglobosus* comme synonyme de *M. corbovis*. Les spécimens de *M. cortestudinarium* (= *M. bucaillei*) et *M. coranguinum* nous montrent le profil de côté caractéristique de ceux de la Province Nord. Le *M. rostratus* est un *M. schroederi* avec une carène bien développée. L'échantillon du *M. brongniarti* est un intermédiaire entre *M. schroederi* et *M. glyphus*. L'*Isomicraster faasi* est un *M. stolleyi*, Poslavskaya elle-même utilisa les mêmes figures en 1964 pour illustrer ce dernier. Le prétendu *I. gibbus* est un *M. fastigatus*. Le spécimen figuré comme *M. heberti* n'a

Source : MNHN, Paris

aucun rapport avec cette espèce pyrénéenne. Le prétendu *Isomicraster ciplyensis* n'est pas semblable à l'espèce belge et son état de conservation, très défectueux, n'en permet pas une détermination très exacte. On remarquera l'absence de *M. glyphus*, au moins parmi les figures publiées.

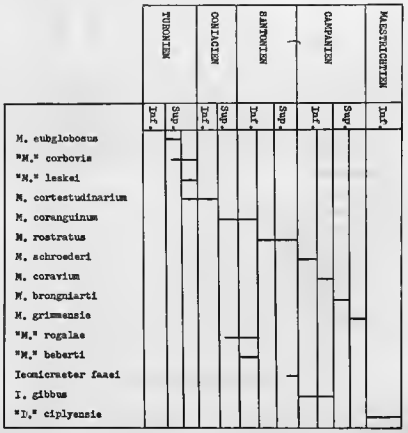


FIG. 10. — Répartition stratigraphique des Micrasters dans le Caucase du Nord et en Crimée selon Moskvin et Poslavskaia 1959.

Nous avons du mal à accepter la répartition stratigraphique que donnent Moskvin et Poslavskaya pour ces formes. D'après les témoignages dont nous disposons, nous plaçons la frontière santonienne / campanienne au milieu de leur Santonien inférieur. Toutefois l'échantillon que ces auteurs donnent comme *M. heberti* est très probablement campanien car les plaques 1a1 et 1a2 sont clairement séparées (*op. cit.*, text fig. 105).

Les formes turoniennes (*M. corbovis* et *M. leskei*) semblent très proches des formes du bassin anglo-parisien et non pas de celles de l'Allemagne. *M. cortestudinarium* (= *M. bucaillei*) et toutes les espèces subséquentes sont typiques de la Province Nord.

LE KOPPEH DAGH.

Nous baserons notre étude sur les figures publiées par Dzabarov (1964). (Figure 11).

À partir de ces figures on peut dire que : 1) Le spécimen de *M. corbovis* ressemble à *M. borchardi* de la Province Nord ; 2) on ne peut distinguer *M. leskei* des échantillons provenant du bassin

Source : MNHN, Paris

anglo-parisien ; 3) le prétendu *M. cortestudinarium* n'est pas typique de la Province Nord ; 4) de même pour *M. coranguinum* ; 5) le *M. schroederi* du Campanien inférieur montre des ressemblances avec le *M. coranguinum* typique du Santonien mais la projection avancée de la lèvre est caractéristique du Campanien ; 6) *M. pseudorostratus* est un *M. schroederi* avec une carène bien développée ; 7) *M. glyphus* du Campanien supérieur est absolument typique de cette espèce ; 8) l'*Isomicraster gibbus* est un *M. fastigatus* évolué ; 9) *M. carinatus* ressemble à *M. bucaillei* bien qu'il n'en soit pas typique. On ne peut pas commenter les autres espèces que Dzabarov mentionne car il ne les figure pas.

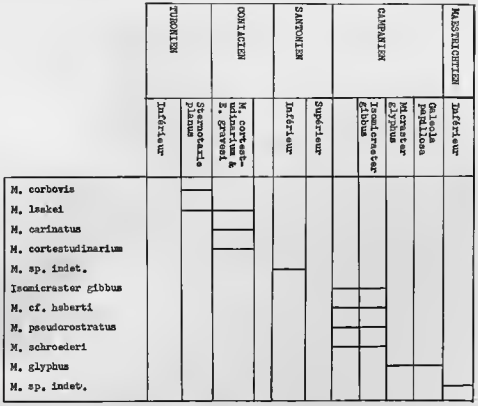


FIG. 11. — Répartition stratigraphique des Micrasters dans le Koppeh Dagh selon Dzabarov 1964.

En supposant que soit correcte la stratigraphie des coupes de Koppeh Dagh adoptée par Dzabarov, le taux d'évolution du genre *Micraster* y est beaucoup plus lent que dans la plupart des régions de la Province Nord. Aux Turonien, Coniacien et Santonien, le taux d'évolution est le même que celui du bassin anglo-parisien. À l'exception de *M. borchardi*, aucun des Micrasters venant de ces étages n'est typique de la Province Nord, et, en fait, le prétendu *M. cortestudinarium* semble très proche de *M. decipiens*. Il se peut que le Koppeh Dagh ait formé une sous-région de la Province Nord dans laquelle l'évolution se soit trouvée retardée durant ces étages, on pourrait aussi avancer que cette région fut influencée par la faune du bassin anglo-parisien du Turonien au Santonien. Néanmoins, la grande distance entre le Koppeh Dagh et le bassin anglo-parisien et l'absence de faune coniacienne et santonienne du bassin anglo-parisien entre ces deux régions, rendent cette dernière hypothèse difficile à accepter. Au Campanien des Micrasters typiques de la Province Nord apparaissent à leurs niveaux « habituels », bien que le *M. schroederi* du Campanien inférieur présente des caractéristiques appartenant à un type plus ancien.

Source : MNHN, Paris

XI. — LA HONGRIE

Szörényi (1955) publia une monographie sur les échinides crétacés des montagnes Bakony où la stratigraphie n'est pas connue avec certitude. Les âges des niveaux que donne Szörényi sont les suivants :

SÉNONIEN	Marne à Inocéramus Calcaires à Hippurites Marne à Gryphées
CÉNOMANIEN	Marne à Turrilites Marne glauconienne
ALBIEN	Calcaires lamellés gris Calcaire à Orbitolines
APTIEN / ALBIEN	Calcaire à Requienies
APTIEN	Marnes argileuses

Les marnes argileuses présentent d'abondants *Heteraster* typiques du Royaume Nord-Africain. Dans les calcaires lamellés gris et la marne glauconienne il y a une prédominance numérique de Spatangues européens. On connaît 280 échantillons d'*Hemiaster bufo* (européen) venant de ce dernier niveau alors qu'on ne connaît dans les deux niveaux que 45 échantillons d'*H. baconicus* (nord-africain). On signale aussi dans ces couches des formes nord-africaines en petit nombre : *Douvillaster* et « *Epiaster* ». On trouve également les mêmes espèces d' « *Epiaster* » dans la marne à Turrilites qui ne présente que des Spatangues de type nord-africain.

Il semblerait donc que des oscillations entre les deux royaumes européen et nord-africain apparurent aux époques pré-sénoniennes, indiquant ainsi que cette région était située près de la frontière de ces deux royaumes. Szörényi décrit aussi des espèces d'*Holaster* existant à partir du calcaire à Orbitolines jusque dans la marne à Turrilites, ce qui indiquerait la proximité du Royaume Européen.

Les roches sénoniennes présentent des échinides nettement européens. Szörényi figure un prétendu *M.* cf. *decipiens* provenant de la marne à Cryphées, qui paraît être, d'après les figures d'un échantillon en mauvais état, un *M. schroederi* du Campanien. On signale *M. corbaricus* et *Hemiaster pulcher* dans les calcaires à Hippurites. D'après les figures données on ne peut pas risquer une interprétation de la première espèce. La marne à Inocéramus présente des *Echinocorys* et selon Szörényi *M. fastigatus*. Ce dernier a l'air d'être un *M. brevis* santonien de la Province Pyrénéenne.

D'après mes identifications des Micrasters figurés par Szörényi, il semblerait que les monts Bakony appartenaient à un prolongement oriental de la Province Pyrénéenne au Santonien, remplacé au Campanien par une migration de la Province Nord vers le sud.

XII. — LA PROVINCE NORD DANS LES ÎLES BRITANNIQUES

Yorkshire, Lincolnshire et Norfolk.

La frontière sud de cette province se trouve quelque peu au nord de Swaffham, Norfolk (Peake et Hancock, 1961). Wright définit cette province sur la base de la répartition stratigraphique et géographique de divers échinodermes. On sait que le genre *Micraster* y évolue plus rapidement qu'en

Source : MNHN, Paris

Angleterre méridionale (Kermack, 1954), même sur la base d'un système zonal inspiré par le bassin anglo-parisien. D'après ce fait et d'après la répartition d'autres échinodermes, Wright (communication personnelle 1968) suggère l'idée qu'une dispersion des échinodermes du N.-E. au S.-O. à travers l'Angleterre, a pu se produire.

Les Micrasters Turoniens.

Les deux échantillons de *M. corbovis* de la Zone à *H. planus* de Kiplingcotes (Yorkshire) à la lèvre fortement saillante (Coll. Wright & Wright) sont particuliers à cet endroit. Ils ne sont pas typiques de la Province Nord ni de celle du bassin anglo-parisien. M. Wood a récemment recueilli des Micrasters très bien conservés à Ulceby (Lincolnshire). Je n'ai pas pu les distinguer de *M. borchardi* que j'ai recueilli dans la Zone à *I. lamarcki* à Wüllen. À présent, on considère le niveau d'Ulceby comme Turonien supérieur et celui de Wüllen comme Turonien moyen inférieur. (Figure 12).

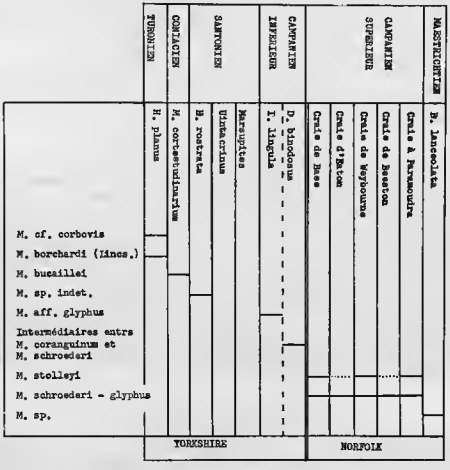


FIG. 12. — Répartition stratigraphique des Micrasters en Angleterre du Nord.

Les Micrasters Coniaciens.

M. bucaillei abonde dans la Zone à « *M. cortestudinarium* » de Little Weighton, Yorkshire. C. W. Wright m'a démontré que cette forme se distingue aisément de la forme anglaise méridionale (*M. decipiens*) par sa lèvre plus avancée et par son profil de côté caractéristique. L'état d'évolution

Source : MNHN, Paris

atteint par les Micrasters coniaciens du Yorkshire équivaut à celui atteint au sommet du Turonien moyen et au Turonien supérieur en Allemagne.

Les Micrasters Santoniens.

La Zone à *H. rostrata* du Yorkshire présente de rares échantillons de *Micraster*. Je n'ai vu qu'un seul de ces spécimens, provenant de South Landing, Flamborough (Coll. Wright & Wright). Il est difficile d'interpréter cet échantillon incomplet mais on a l'impression que les pores des pétales pairs sont plus compacts que dans le typique *M. coranguinum*. Des formes aberrantes de *M. coranguinum* apparaissent dans la Zone à *M. coranguinum* du Norfolk, à South Creake et Litcham.

Les Micrasters Campaniens Inférieurs.

M. aff. *glyphus* apparaît dans la partie inférieure de la Zone à *I. lingula* à Sewerby, Yorkshire. Le seul échantillon que j'ai observé (Coll. Wright & Wright) n'est pas tout à fait typique de l'espèce en ce que le péristome est situé relativement loin du bord antérieur. Wright et Wright (1942) déclarent que *M. coranguinum* est assez fréquent dans la Sous-Zone à *D. binodosus* à Bessingby, Yorkshire. Pour ma part je n'ai vu que trois échantillons de Bessingby Hill (Coll., Inst. Geol. Sci.) qui ont tous des formes allongées, très étroites, intermédiaires entre *M. coranguinum* et *M. schroederi*. Peake et Hancock (1970) signalent *M.* cf. *schroederi* et *M.* cf. *faasi* dans la partie supérieure de la Zone à *G. quadrata* à Stiffkey, Norfolk. L'apparition de cette dernière forme est la plus ancienne de la lignée *M. fastigatus — stolleyi* dans les îles britanniques.

Les Micrasters Campaniens supérieurs.

Les Micrasters deviennent relativement abondants dans la Zone à *B. mucronata* du Norfolk mais sont rares dans la Craie de Base et celles d'Eaton et de Beeston alors que les formes gibbeuses semblent être absentes de ces deux derniers niveaux.

Ces Micrasters ont récemment fait l'objet d'études par Kermack (1954) et Nichols (1959). Kermack reconnaît trois formes dans cette zone : *M. glyphus*, *M. stolleyi* et « quelques formes aberrantes ressemblant par certains côtés à *M. coranguinum* ». Ces dernières se réfèrent probablement à *M. schroederi* ou au *M. coranguinum* aberrant santonien. Nichols reconnaît *M. glyphus* et *M. stolleyi* et déclare, contrairement à Kermack, qu'apparaissent des formes intermédiaires entre ces deux espèces. Bien que Nichols écrive qu'il n'a pas vu d'échantillon ressemblant à *M. coranguinum* dans la Zone à *B. mucronata*, il inclut dans sa liste d'échantillons venant de cette zone un *M. coranguinum* aberrant santonien.

La forme gibbeuse (*M. stolleyi*) est facile à distinguer de la lignée principale (*M. glyphus* et *M. schroederi*) grâce à la hauteur du péripropte, bien que cette différence ne soit pas aussi marquée que celle du matériel allemand contemporain.

Les Micrasters maestrichtiens.

Des Micrasters ont été récemment trouvés dans le Maestrichtien de la côte du Norfolk (communication de M. Peake) mais je n'ai vu aucun de ces échantillons.

L'évolution des Micrasters en Angleterre septentrionale est parallèle à celle de l'Allemagne mais à un taux plus lent. Les Micrasters de Bessingby Hill n'ont pas encore atteint la forme du *M. schroederi* typique, présent en Allemagne à la même époque. Le *M.* cf. *glyphus* de Sewerby est une forme dont l'apparition à un niveau si ancien est un phénomène remarquable en ce que le matériel allemand contemporain ne présente pas de formes si évoluées, excepté pour le péristome. Il est encore plus remarquable qu'il apparaisse avant les échantillons de Bessingby. Les Micrasters de la Zone à *B. mucronata* du Norfolk sont les mêmes que ceux des niveaux correspondants en Belgique, Allemagne et Pologne. Cette homogénéité croissante des Micrasters de la Province Nord est probablement liée à une extension de la transgression marine commençant à la fin du Campanien inférieur. Kongiel (1962)

Source : MNHN, Paris

suggère cette hypothèse pour expliquer la réduction des différences provinciales chez les Belemnites du Campanien supérieur.

Irlande du Nord.

Il est extrêmement difficile d'interpréter les Micrasters des niveaux pré-campaniens supérieurs qui sont rares et habituellement mal conservés. Nous notons seulement que quelques-uns ressemblent à *M. bucaillei* de la Zone à « *M. cortestudinarium* » du Yorkshire, et que les deux échantillons signalés par Hancock (1961) des Grès Verts Hiberniens à Tricreven Burn sont probablement reliés au *Micraster* sp. santonien-campanien (Ernst 1970) du S.-O. du Bassin de Münster.

Les échantillons de la Zone à *B. mucronata* sont typiques des Micrasters très répandus dans la Province Nord au Campanien supérieur. Hancock (1961) signale *M. glyphus* dans les couches de base du Calcaire Blanc de Derry et cette espèce apparaît dans la base de la Craie à *B. mucronata* de Benbradgh (Coll. Wood). L'échantillon du *M. stolleyi* de Port Braddon (Coll. Wood) est le seul de cette espèce que je connaisse en Irlande du Nord.

XIII. — ANGLETERRE MÉRIDIONALE

Crétacé inférieur et Cénomanien.

Les échinides du Crétacé inférieur sont limités à l'Aptien et l'Albien et, bien que rares, sont variés et demandent une étude sérieuse. À l'Aptien apparaissent des spatangues de type nord-africain (*Toxaster complanatus*, *T.* (*Pliotoxaster*) *fittoni*, *T.* (*P.*) *renevieri* ainsi que des Holastéridés. La survivance de Spatangues nord-africains est encore attestée à l'Albien par la présence d'*Enallaster greenovi* dans les Grès Verts Supérieurs de Blackdown, bien que ce faciès soit caractérisé par des formes européennes telles que : *Hemiaster murchisonianus*, « *Echinospatangus* » *quenstedtii* et « *Epiaster* » *deloriolii*. Cette dernière espèce, après examen d'échantillons de la collection T. Wright, apparaît liée au *Diplodetus* et peut représenter la lignée ancestrale de ce genre. Le faciès de l'Argile de Gault à l'Albien ne présente que des formes européennes : *Hemiaster asterias* et *H. bailyi*. Les Holastéridés sont encore présents. Les faunes échinides du Crétacé inférieur offrent donc un mélange d'éléments européens et nord-africains.

Au Cénomanien, seuls les éléments du Royaume Européen sont représentés : *Holaster* et le Spatangue *Hemiaster morrisii*. Les figures de Wright (1875) sur cette espèce la montrent très proche d'*Epiaster*.

Les Spatangues du Turonien et Sénonien.

L'ouvrage classique de Rowe (1899) sur l'évolution du genre *Micraster* fut basé sur le matériel qu'il recueillit en Angleterre méridionale. Malheureusement sa méthode de ramassage n'était pas aussi stricte que le titre de sa monographie le laisse paraître.

Une coupe allant de la Zone à *T. lata* à la partie inférieure de la Zone à *M. coranguinum* affleure dans les falaises East Cliffs à Douvres et on peut l'examiner facilement à Langdon Stairs. Le ramassage de M. Wood, effectué lit par lit dans ces falaises, m'a été extrêmement utile pour élucider la distribution stratigraphique des Micrasters. (Figure 13).

Je n'ai examiné qu'un seul échantillon de la Zone à *I. labiatus* de Beer, Devon (Coll. Wright et Wright) qui fut signalé comme *M. leskei* par Kermack (1954). À mes yeux, c'est un *Epiaster* comme tous les échantillons de la Zone à *I. labiatus* du Devon sud que Rowe ramassa et étiqueta *M. corbovis*.

Source : MNHN, Paris

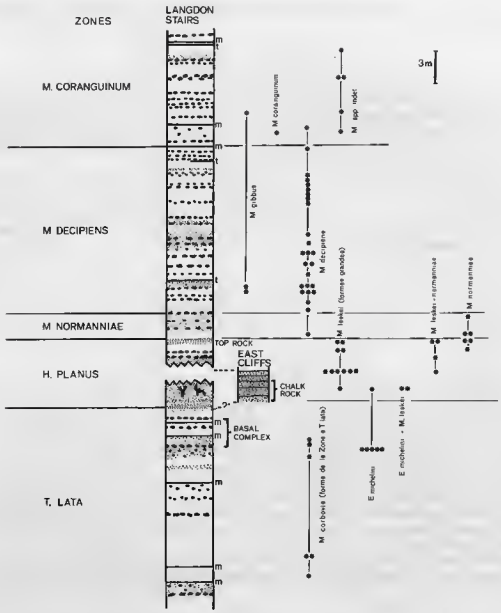


FIG. 13. — Répartition des Spatangues dans les falaises Est de Douvres avec révision du système zonal. Silex en noir, pointillé = hard-grounds et craie noduleuse, m = lit de marne, t = silex tabulaire.

Cette lignée continue dans la Zone à *T. lata* où elle devient plus largement répandue et plus abondante dans le Devon et l'Île de Wight. La collection Rowe comprend aussi *Epiaster* de la Zone à *H. planus* de Pinhay Bay et Kent. J'ai recueilli un *E. michelini* typique à 0,2 m sous la base du « Chalk Rock » à Kensworth, Hertfordshire. L'échantillon que Rowe signale comme *M. corbovis* à 9,5 m au-dessus de la base de la Zone à *M. cortestudinarium* est un *Epiaster*. Dans la collection de Wood à Douvres cette lignée atteint la partie inférieure du « Chalk Rock » où l'on trouve également des formes intermédiaires entre celle-ci et *M. leskei*.

La petite forme typique de *M. leskei* semble être limitée au « Chalk Rock ». L'appellation grand *M. leskei* se réfère à des variétés de *Micraster* de type *leskei* dont beaucoup ont des affinités avec

Source : MNHN, Paris

M. decipiens. Ils correspondent probablement au *M. praecursor* Rowe de la Zone à *H. planus* et à ce que Lambert étiqueta comme *M. cortestudinarium* de Lumbres.

Bien que *M. decipiens* apparaisse d'abord au-dessus du « Top Rock », la forme typique telle que Bayle la figure (1878) est caractéristique des couches supérieures. Les auteurs anglais appellent habituellement « Cortestudinarium Zone » la craie comprise entre les Zones à *H. planus* et *M. coranguinum*, en dépit du fait que de Grossouvre (1896-1901) la nomme correctement « craie à *M. decipiens* ». *M. normanniae* est caractéristique de la partie inférieure de cette craie bien que de rares exemples apparaissent dans la partie supérieure de la Zone à *H. planus*. En accord avec le système zonal normand de Cayeux (1967) les deux mètres inférieurs de la « Cortestudinarium Zone » doivent être considérés comme la Zone à *M. normanniae* et le reste comme la Zone à *M. decipiens*.

M. coranguinum n'est pas très commun dans la majeure partie de sa zone et n'apparaît pas en abondance avant la « 3 inch Band » de Whitaker. On étudie le mieux les niveaux suivants sur la côte de Thanet, où *M. coranguinum* évolué n'est pas rare jusqu'à environ 1,5 m au-dessus du lit d'éponges de Barrois.

Le spécimen le plus ancien de *M. gibbus* apparaît à 4,35 mètres au-dessus du « Top Rock » à Douvres (Coll. Wood). Cette espèce est extrêmement rare dans la Zone à *M. decipiens*, les échantillons étiquetés comme tels sont en fait des *M. decipiens*. *M. gibbus* est moins rare dans la Zone à *M. coranguinum* et à ma connaissance, l'échantillon le plus récent de cette espèce provient du lit d'éponges de Barrois.

Dans la Zone à *Marsupites*, *M. coranguinum* évolué apparaît avec *M. coranguinum rostratus* et *M. coranguinum simpsoni* ssp. nov. Cette dernière sous-espèce est rare dans la Zone à *Marsupites*. Je l'ai recueillie près de la base de cette zone dans l'Île de Thanet et M. Simpson l'a trouvée au sommet de cette même zone à Friars Bay, Sussex. Elle devient abondante dans la Zone à *O. pilula* du Sussex.

Les Micrasters semblent être absents du restant du Campanien inférieur de l'Angleterre méridionale.

Après examen des trois seuls Micrasters du Campanien supérieur que nous avons vu en bon état, nous pensons qu'ils forment une nouvelle espèce que nous nommons *M. westlakei*. Nous ne connaissons cette espèce qu'à Tichbourne Farm, Hampshire (Coll. Westlake). Dans le Campanien supérieur de Studland Bay (Dorset) les Micrasters sont assez communs mais le matériel que j'y ai recueilli est trop fragmentaire et déformé pour permettre une solide identification.

La Lacune Coniacienne.

M. Wood m'a démontré personnellement que dans les Chiltern Hills on trouve *M. decipiens* typique de la partie supérieure de sa zone reposant directement sur le sommet de la Zone à *H. planus* (Top Rock). Ainsi, à cet endroit, la Zone à *M. normanniae* et la partie inférieure de la Zone à *M. decipiens* sont absentes. Le matériel que j'ai recueilli dans la carrière de Charnage (Wiltshire) montre une situation similaire. Mis à part ceux de Douvres, je ne connais qu'un seul échantillon de *M. normanniae*, qui provient du Hampshire. Il apparaîtrait que c'est seulement dans les régions méridionales des comtés du Hampshire et du Kent que la coupe est complète et qu'ailleurs on observe une lacune au Coniacien. (Fig. 14).

Source : MNHN, Paris

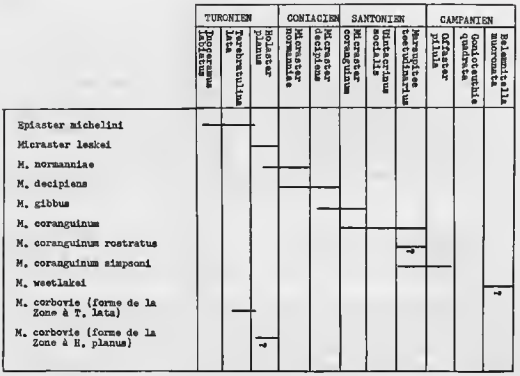


FIG. 14. — Répartition stratigraphique de certains Spatangues dans le Turonien et le Sénonien de l'Angleterre méridionale et de la Normandie.

XIV. — LE NORD-OUEST DU BASSIN PARISIEN

LES FALAISES ENTRE LE HAVRE ET DIEPPE.

Les magnifiques falaises de la côte normande sont facilement accessibles, et comme elles sont fossilifères, elles ont déjà retenu beaucoup d'attention. M. L. Cayeux a publié une série de monographies (1962-69) sur les échinides crétacés du Bec de Caux.

D'après les ouvrages de Cayeux on peut voir que l'Albien supérieur (Cault, Caize et Vraconien) présente des Spatangues de type nord-africain (*Heteraster greenovii* et *Macraster polygonus*) avec des espèces d'*Holaster*. Au Cénomanien on trouve aussi des espèces d'*Holaster* voisinant cette fois avec des Spatangues de type européen (*Epiaster crassissimus* et *E. distinctus*), bien qu'une forme nord-africaine (*Macraster polygonus*) apparaisse remaniée à la base de cet étage.

La craie la plus ancienne dans laquelle j'ai ramassé des Spatangues est très probablement celle qui affleure à Senneville. J'ai trouvé un *M. corbovis* typique de la Zone à *T. lata* à 1,80 m sous un lit marneux apparent qui affleure près de la partie inférieure des marches menant à la plage.

La Zone à *H. planus* affleure au sud-ouest d'Étretat. *M. leskei* et *H. planus* sont relativement abondants dans la craie dure et noduleuse qui affleure tout de suite au sud-ouest de la promenade.

La Zone à *M. normanniae* affleure dans la partie haute des falaises à l'extrémité nord de la promenade d'Étretat. Une bande de marne très distincte (2,5-15 mms) affleure à l'emplacement du vieux canon. Les Micrasters que l'on trouve autour de ce niveau sont des petits *M. normanniae*. Des radioles en forme de massue du *Cidaris* sont fréquents autour de ce niveau et des ossicules d'étoiles de mer abondent dans la marne même et juste en-dessous, ce qui fait correspondre ces lits avec le lit A du

Source : MNHN, Paris

Coniacien inférieur (Cayeux 1967) en dépit du fait que Cayeux considère son lit A comme étant dépourvu d'échinides irréguliers.

À Yport les affleurements immédiatement à l'ouest de la promenade présentent le *M. decipiens* dans la craie blanche à silex, à peu près à 2,25 m au-dessus d'un « hard-ground » nettement fouï qui forme la base de la falaise. Sans un témoignage paléontologique il est impossible de définir que ce dernier est l'équivalent du « Top Rock » anglais et donc qu'une grande partie du Coniacien est absente. Le fait que beaucoup de couches plus hautes ont l'air de s'épaissir vers Étretat peut peut-être indiquer que la coupe d'Yport n'est pas complète.

Les falaises au sud-ouest de Fécamp présentent *M. decipiens* dans la craie blanche à bandes de silex épaisses (c. 120 mms). On trouve aussi *M. decipiens* dans la partie haute des falaises de Senneville où il abonde dans les roches tombées. Le Coniacien supérieur affleure aussi immédiatement à l'ouest de Dieppe où l'on peut ramasser *M. decipiens* typique dans et autour d'un lit d'éponges ferrugineux et rempli de débris d'*Inoceramus*.

Les falaises entre Saint-Valéry-en-Caux et Dieppe montrent des craies santoniennes presque horizontales à l'exception de la localité qui vient d'être mentionnée.

Sur la plage de Pourville, dans la craie blanche et tendre à silex, j'ai ramassé *M. coranguinum* et *M. gibbus*, typique de la Zone à *M. coranguinum*. *M. coranguinum* évolué et *Echinocorys* de la Zone à *Uintacrinus* sont assez fréquents dans la craie blanche pure de la plage à Sainte-Marguerite. L'un des *Echinocorys* que j'y ai ramassé est, selon M. Peake, caractéristique d'un niveau situé à 4,50 m au-dessus du lit d'éponges de Barrois à Thanet. *M. coranguinum* similaire apparaît dans la craie tendre à nombreux lits d'éponges et bandes de silex, des falaises de Sotteville à l'ouest des marches qui mènent à la plage. Les *Echinocorys* abondants, ici associés aux lits d'éponges, sont typiques du sommet de la Zone à *Uintacrinus* (déterminée par N. B. Peake).

La Région du Boulonnais.

Parent (1892) publia l'ouvrage le plus récent sur les échinides crétacés de cette région. Il est évident, d'après les noms qu'il utilise, que c'est une faune typique de la Province Anglo-Parisienne, bien que je n'y ai rien ramassé.

Sa craie à *M. breviporus* (= *M. leskei*) présente ce *Micraster* et *Holaster planus* en de nombreux endroits.

Le terme « Craie de Vervins » est beaucoup utilisé mais mal défini. Parent regarde *M. corbovis* et *M. normanniae* comme caractéristiques de ce niveau dans le Boulonnais. Il signale aussi la présence de *M. breviporus* (= *M. leskei*) et de *M. cortestudinarium* dans cette craie. Si son *M. cortestudinarium* est le même que celui que Lambert étiquette comme tel, de la région de Lumbres (= *M. leskei* grandes formes) ce niveau est la partie supérieure de la Zone à *H. planus*.

Dans la partie supérieure de la Craie à *M. cortestudinorium* (= *M. decipiens*) *M. gibbus* apparaît à Coquelles et à Elnes avec *Inoceramus involutus*. L'apparition de *M. gosseleti* (= *M. gauthieri* Parent) dans cette zone au Moulin de Coquelles indique l'influence de la faune de Lille sur le Boulonnais.

La Zone à *M. coranguinum* affleure autour de Saint-Omer, certaines localités au nord-ouest de la ville présentant *M. coranguinum* et *M. gibbus*. Les localités au sud de la ville, que Parent place dans cette zone, peuvent très bien correspondre au sommet du Coniacien puisque Parent déclare que les fossiles sont ceux de la Craie à *I. involutus* de Lille.

La Région Lilloise.

La grande carrière de Loos est peut-être la localité appelée Ennequin dans les ouvrages anciens. La base de cette carrière est découpée dans des « hard-grounds » magnifiquement développés avec des galeries de *Thalassinoides*. La matrice de *H. planus* et de petits *M. leskei* détachés montre qu'ils pro-

Source : MNHN, Paris

viennent de ces « hard-grounds », qui donc doivent se trouver dans la zone à *H. planus*. Un tel échantillon de *M. leskei* présente quelques caractéristiques d'*Epiaster* ce qui indique que le « Chalk Rock » est représenté dans les « hard-grounds ».

J'ai ramassé *M. decipiens in situ* à environ 3 m au-dessus des « hard-grounds » et dans des niveaux plus élevés de la craie blanche. On en conclut qu'ici la Zone à *H. planus* est très réduite et que la Zone à *M. normanniae* est presque certainement absente.

D'après mes observations à Loos, je fus incapable d'interpréter l'ouvrage de Cayeux (1890) et ceux d'autres auteurs qui enregistrent la présence de *M. cortestudinarium* (? = *M. decipiens*) dans le « hard-ground » le plus élevé (appelé Tun), ce que Polvêche (1957) met en doute.

Le sommet de la Zone à *M. decipiens* de la région lilloise présente de rares échantillons de *M. gosseleti* (Cayeux 1890). On ne connaît cette espèce, trouvée dans la Craie à *I. involutus*, que dans cette région et dans la partie septentrionale du Boulonnais.

Les Spatangues, du Turonien au haut Santonien du nord-ouest du Bassin de Paris, montrent que cette région était une partie typique de la Province Anglo-Parisienne à ces époques. La région de Lille, au Coniacien supérieur, montre le développement d'un *Micraster* local, distinct, sympatrique avec la faune du bassin anglo-parisien. Je ne connais aucun Micraster campanien du N.-O. de cette région. Il serait imprudent d'affirmer qu'ils auraient été les mêmes que ceux de l'Angleterre méridionale.

XV. — LE SUD-EST DU BASSIN PARISIEN

Valanginien : Les dépôts marins valanginiens sont développés localement dans l'Yonne, la Haute-Marne et l'Aube, reposant sur le « Portlandien ». Lambert (1916) relate la présence dans ces couches de *Holaster cordatus* (= *H. grasi*) qui est le plus ancien de tous les membres connus des Holastéridés.

Hauterivien : Cet étage, riche en *Toxaster retusus*, se termine dans des marnes jaunes à *T. neocomiensis. Holaster conicus* et *H. intermedius* apparaissent dans l'Hauterivien.

Barrémien : T. ricordeaui est déclaré typique de cet étage. *Heteraster oblongus* apparaît dans l'Hauterivien supérieur de la Haute-Marne mais pas avant l'Aptien inférieur dans les régions plus méridionales.

Aptien : Seul l'Aptien supérieur présente des Spatangues. On ne connaît aucun Holastéridé aptien de cette région. La présence de *T. dolosus* est enregistrée dans l'Aptien supérieur à Gurgy. *Miotoxaster collegnoi* se limite à l'Aptien supérieur dans l'Yonne et dans l'Aube, et *M. breyniusi* au même niveau dans l'Ardenne et Grandpré. Devriès (1963) a montré que le plus ancien de tous les « Hemiasters » — *H. oriens* Lambert (1916), de l'Aptien supérieur de l'Yonne et de l'Aube, est en fait un *Heteraster.*

Albien : C'est à l'Albien que les premiers Spatangues du Royaume Européen apparaissent, mais ceux-ci sont rares dans le sud-est du Bassin de Paris. Cotteau relate la présence d'un échantillon de *Hemiaster minimus* à Seignelay et Valette celle de *Epiaster ricordeaui* de l'argile de Gault au même endroit et à Saint-Florentin. *Holaster* est représenté par *H. altus*, *H. perezii* et *H. latissimus.*

Cénomanien : La faune cénomanienne de Sancerre comprend *Holaster nodulosus*, *H. subglobosus*, *Epiaster distinctus* et *E. crassissimus* selon Lambert (1913). Cotteau (1865) signale la présence de *H. trecensis*, *H. carinatus* et *H. subglobosus* dans des localités de l'Aube et de l'Yonne et il ajoute à cette liste (1857-78) *Hemiaster bufo* et *H. peroni* (= *H. griepenkerli* chez Valette 1907).

Bien que les Holastéridés soient présents à partir du Valanginien, les Spatangues du Royaume Nord-Africain existent de l'Hauterivien à l'Aptien, ces derniers étant remplacés par les Spatangues du Royaume Européen à l'Albien. À partir de cet étage il n'y a pas trace de formes du Royaume Nord-Africain.

Source : MNHN, Paris

Les Spatangues Turoniens et Sénoniens.

Hébert (1863, 1876), Lambert (1878, 1879, 1882, 1887, 1902) et Péron (1887) ont le plus largement contribué aux travaux sur la stratigraphie de cette région, mais la correspondance exacte entre le S.-E. et le N.-O. du bassin anglo-parisien n'est pas encore établie. (Figure 15, 16).

		YONNE (Lambert 1902)	ANGLETERRE MERIDIONALE
CAMPANIEN	P	Magas pumilus	Belemnitella mucronata
	N	Galeola papillosa	Actinocamax quadratus
	M	Offaster pilula	Offaster pilula
SANTONIEN	L	Marsupites ornatus	Marsupites testudinarius
	J	Conulus albogalerus	Uintacrinus socialis Micraster coranguinum
CONIACIEN	H	Inoceramus involutus	Micraster decipiens
	G	Terebratula semiglobosa	
TURONIEN	F	Prionotropis neptuni	Micraster normanniss
	E	Holaster planus	Holaster planus (partie sup
	D	Cardiaster peroni	"Chalk Rock"
	C	Terebratulina gracilis	Terebratulina lata
	B	Conulus subrotundus	Inoceramus labiatus
	A	Actinocamax plenus	Actinocamax plenus

Fig. 15. — Tentative de mise en correspondance des niveaux Turonien et Sénonien du Sud-Est du bassin parisien avec ceux de l'Angleterre méridionale.

Epiaster : Les prétendus *M. leskei* (= *M. breviporus* chez Hébert) dans les Zones A et B de Lambert et la partie inférieure de l'assise à *I. labiatus* d'Hébert se rattachent très probablement à *Epiaster*. Des échantillons provenant de la Zone C de Lambert pourraient être *Epiaster* ou *M. corbovis* du type de la Zone à *T. lata*. Les spécimens de *M. sanctae-maurae* de Sainte-Maure (Série-type, Coll. Péron) semblent être de petits *Epiaster* écrasés. Les échantillons de cette espèce de Couvrot, bien qu'étant une partie de la série-type appartiennent à une forme de Spatangue complètement différente. C'est le péristome particulier des fragments provenant de Couvrot qui est figuré par Cauthier (1887) dans sa création d'un « *Micraster* ». *M. leskei* var. *joviniacensis* (Spécimen-type, Coll. Lambert) de la Zone à *T. lata* est manifestement un *Epiaster*.

Source : MNHN, Paris

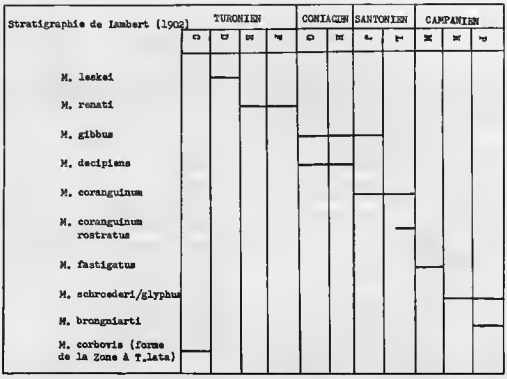


FIG. 16. — Répartition stratigraphique des Micrasters au Sud-Est du bassin parisien (quelque peu théorique).

Micraster corbovis : Je n'ai vu que deux échantillons de cette espèce typique de la Zone à *T. lata* provenant de la Zone C de Cezy et de Looze (Coll. Lambert).

Micraster leskei : Selon Hébert, *M. leskei* (sous le nom de *M. breviporus*) abonde dans la Zone à *H. planus* près de Somery et entre Villecien et Villevallier (Hébert 1876). Je l'ai ramassé dans une craie noduleuse à la côte Saint-Jacques, Joigny. Le *M. micranthus* (Spécimen-type, Coll. Lambert ex-Cotteau) est une variété de *M. leskei.*

Micraster renati : Cette espèce est caractéristique des Zones E et F de Lambert. J'en ai examiné trois échantillons de la Zone E (Coll. Lambert). Ils sont étiquetés *M. beonensis* de Béon, *M. normanniae* de Saint-Julien et *M. tropidotus* d'Armeau. Tous les échantillons appartenant à la Zone E ont un fasciole sous-anal bien développé ce qui n'est pas le cas pour ceux de la Zone F. Je possède quelques vingt échantillons de cette forme de la Zone F provenant tous de la carrière de Saint-Julien-du-Sault.

Micraster decipiens : Cette espèce semble apparaître d'abord dans la Zone G. Je ne possède qu'un seul échantillon de *M. decipiens* de l'Yonne, ramassé dans un bloc tombé au pied de la falaise à Rosoy. C'est un spécimen assez évolué de l'espèce mais pas de la forme typique du haut Coniacien. La masse de silex dans laquelle je l'ai trouvé peut suggérer qu'il provient de la Zone G, mais un échantillon de cette Zone (Coll. Lambert ex-D. H. Thomas) trouvé sur la route d'Arces à Coulours est, par contre, une forme typique de l'espèce.

Micraster gibbus : M. gibbus apparaît plus tôt dans l'Yonne que dans le N.-O. du bassin anglo-parisien, Lambert fixant sa répartition dans les Zones C, H et I (sous le nom *M. senonensis*). Cette espèce semble s'être développée à partir de la lignée *M. renati*, au début de la Zone C. *M. icaunensis* est le nom donné aux formes intermédiaires.

Source : MNHN, Paris

Micraster coranguinum : Lambert étend cette espèce aux Zones I, J, K et L. J'ai examiné les échantillons de Villeneuve l'Archevêque (I), Villenavotte (L), Chaumont (I) (Coll. Lambert). L'échantillon de *M. coranguinum rostratus* de la Zone K de Saint-Martin (Coll. Lambert) a une forme typique de la Zone à *Marsupites*.

Micraster fastigatus : J'ai examiné un *M. fastigatus* typique provenant de la Zone M de Muizon, Marne (Coll. Lambert). Raulin (1858) signale *M. cordatus* à Chigny. Lambert (1878) considère le niveau de cet endroit comme appartenant à la Zone M mais pense que le *Micraster* se trouve signalé par erreur. Si cet échantillon existe il est probable que ce soit un *M. fastigatus*.

Micraster glyphus : Cette espèce est signalée dans la Zone N à Michery et à Villethierry (Cotteau 1878). J'ai examiné deux spécimens de jeunes *M. glyphus* de Montbré près de Reims (Coll. Peron n° 530 étiquetés *M. glyphus* var. *brongniarti*).

Micraster schroederi : Cette espèce n'était pas connue en France avant les travaux de Lambert (1901) et se trouve signalée sous les noms de *M. glyphus* et *M. brongniarti* dans les ouvrages du XIX^e^ siècle. J'ai examiné deux échantillons typique de *M. schroederi* de la Zone O de Saint-Aignan (Coll. Lambert).

Micraster brongniarti : En dépit du fait que Lambert (1879) signale cette espèce dans les Zones O et P, je n'en ai trouvé aucun échantillon dans les collections de l'Yonne. Les seuls échantillons typiques de l'espèce que j'ai eu sous les yeux proviennent de Meudon et d'Issy-les-Moulineaux. Lambert (1895) considère la craie de ces endroits comme faisant partie de sa Zone P.

Les Lignées Micrasters dans le Sud-Est du Bassin Parisien.

La présence d'*Epiaster* (répartition exacte incertaine), de *M. corbovis* forme de la Zone à *T. lata* (Zone C), et de *M. leskei* typique du « Chalk Rock » (Zone D) montrent que cette région offre une faune typique de la Province Anglo-Parisienne à ces niveaux. Les Micrasters typiques de la partie supérieure de la Zone à *H. planus* et de la Zone à *M. normanniae* du N.-O. de cette province sont absents dans le S.-E. Il semble que ces formes se trouvent ici remplacées par *M. renati*. On peut donc établir une sous-province de la Province Anglo-Parisienne basée sur la distribution de cette espèce. Selon Peron (1887) on trouve *M. renati* (signalé sous différents noms) de la Craie de Vervins (Zone F) dans l'Yonne, l'Aube, la Marne, l'Aisne et jusque dans l'Oise. Lambert (1920b) déclare qu'on trouve son *M. icaunensis* (= *M. renati*) du Turonien supérieur dans l'Yonne, l'Aube, la Marne, les Ardennes et l'Aisne.

Cette sous-province disparaît dès qu'elle est envahie par *M. decipiens* dans la Zone G et elle redevient alors partie intégrante de la Province Anglo-Parisienne. Les Micrasters du Coniacien (sensu Lambert 1902) et du Santonien sont typiques du bassin anglo-parisien.

La frontière santonienne-campanienne coïncide avec un changement majeur de la faune *Micraster*. Toutes les formes du Campanien sont typiques de la Province Nord et montrent ainsi un prolongement de cette province vers le sud au Campanien inférieur.

M. brongniarti est une forme distincte dérivée de la lignée *M. schroederi — glyphus* et on pourrait fonder une autre sous-province, cette fois de la Province Nord, à partir de la répartition de cette espèce. Toutefois il est loin d'être certain qu'elle apparaisse en-dehors de la région de Paris.

Source : MNHN, Paris

XVI. — TCHÉCOSLOVAQUIE

Je n'ai vu que cinq échantillons de *Micraster* provenant de ce pays (Coll. Inst. Geol. Sci.). Ils furent ramassés par Dr. Nekvasilova dans un calcaire gris marneux à Cizkowice près de Lovosice. Deux d'entre eux ont l'air d'être de petits *M. leskei* typiques et un autre de la même espèce avec certaines affinités *Epiaster*. Ces échantillons sont ainsi comparables avec les formes de la partie inférieure du « Chalk Rock » à Douvres. Les deux échantillons restant ne sont pas directement comparables avec ceux du bassin anglo-parisien que j'ai examinés. Ce sont de longues formes aux pétales pairs longs et étroits.

La présence de Micrasters typiques de la Province Anglo-Parisienne en dehors de l'Angleterre et de la France, tout au moins à l'époque du « Chalk Rock », est un fait important à signaler.

XVII. — TOURAINE ET AQUITAINE

La riche faune échinide du Turonien de ces régions comprend beaucoup de genres inconnus ou rarement représentés dans le bassin parisien (par exemple *Hemiaster*, *Periaster*, *Clypeolampas*, *Nucleolites*, *Catopygus*, *Pyrina*, *Cyphosoma*, *Goniopygus* et *Salenia*).

Epiaster : Beaucoup d'entre les espèces des prétendus genres *Epiaster*, *Periaster*, *Hemiaster* et *Micraster* de ces régions montrent une grande similitude de forme et d'ornementation. Ils semblent former un groupe distinct, les fascioles constituant le seul critère distinctif de la division en genres. Je n'ai examiné que les prétendus *Micrasters* de ce groupe, mais des travaux futurs pourront réduire à un seul genre tous ces Spatangues à thèque mince et à « talon ». En attendant, la nomenclature reste incertaine.

Au Cénomanien et au Turonien ce groupe était beaucoup plus répandu qu'au Sénonien. Les espèces Cénomaniennes (*Epiaster distinctus*, *E. crassissimus* et *E. varusensis*) couvraient la plus grande partie de la France (mis à part les Pyrénées) et le canton de Vaud (Suisse). *Hemiaster morrisii* d'Angleterre méridionale paraît appartenir à ce groupe. Au Turonien, le groupe s'étend aux Pyrénées et il est bien représenté dans l'Angleterre sud. A part la rencontre mentionnée au chapitre sur cette dernière région, je ne connais aucun représentant sénonien de cette lignée en dehors des régions de Touraine et d'Aquitaine où le groupe continue au Maestrichtien. (Fig. 17).

Micraster decipiens : Les premiers vrais Micrasters apparus en Touraine venaient des calcaires durs (Lit A) à la base de la Craie de Villedieu. Lecointre (1957) déclare que ce lit date du Coniacien inférieur. A Crocq-de-Marbot et Châteaudun, de Grossouvre (1897) identifie des échantillons de ce niveau comme *M. decipiens*, et il appelle ceux de Lavardin *M.* cf. *decipiens*. Sans aucun doute, *M. turoneasis*, qui abonde quelques mètres plus haut dans le lit C de la Craie de Villedieu (= Coniacien supérieur — Lecointre 1957) s'est développé à partir de *M. decipiens*. En utilisant les identifications de de Grossouvre, les échantillons du lit A, dont je n'ai vu cependant aucun exemple, seraient probablement intermédiaires entre les deux espèces mais plus proches de *M. decipiens*.

Les Micrasters de la couche A montrent une migration sud de ceux du bassin anglo-parisien au Coniacien inférieur.

Micraster turonensis : On mentionne cette espèce comme très commune dans le lit C (marne glauconique) de la Craie de Villedieu. On ne la trouve pas plus haut que ce niveau en Touraine. En

Source : MNHN, Paris

Aquitaine on signale *M. turonensis* jusqu'au sommet du Santonien. Des travaux futurs montreront probablement que ces formes santoniennes sont des variétés de l'espèce coniacienne. C'est le cas de la variété *coniaciensis* (nom fâcheux pour une forme santonienne) de Cognac et de l'île d'Oléron. De Grossouvre (1898) indique que les Micrasters de N2 ne sont pas des *M. turonensis* typiques puisqu'il les signale comme *M.* cf. *turonensis*.

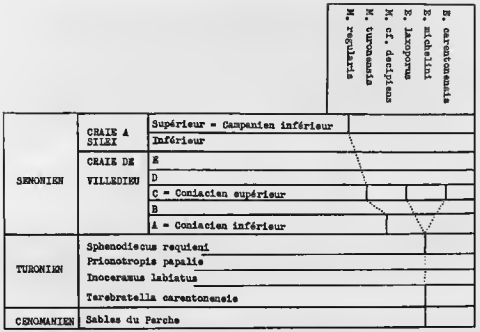


FIG. 17. — Répartition stratigraphique de certains Spatangues en Touraine (d'après de Grossouvre 1897).

Micraster regularis : Cette espèce est caractéristique du Campanien inférieur et on le trouve dans des faciès variés. Les échantillons de Chaumont que décrit Lambert (1895) proviennent « d'une farine siliceuse renfermant un grand nombre de spicules de Spongiaires et d'autres micro-organismes » (de Grossouvre 1897). L'échantillon de Talvoisin (Eure-et-Loir) que je possède provient d'une craie légèrement marneuse à silex nodulaires irréguliers. Ceux d'Aquitaine sont préservés dans des craies à grain fin et à gros silex.

L'ancêtre de *M. regularis* reste problématique. Le fait qu'il montre le même nombre de pores dans les pétales pairs antérieurs et qu'il occupe la même région géographique que *M. turonensis* fait de ce dernier l'ancêtre le plus probable. (Figure 18).

Micraster glyphus : Le seul *Micraster* du Campanien supérieur de cette région est celui qu'Arnaud (1888) a appelé *M. marginalis*. Schlüter, à qui Arnaud envoya un échantillon de Caillau-Talmont, le considéra comme différent de son *M. glyphus* (Zurcher et Arnaud 1888). Personnellement je n'ai pas pu distinguer entre les échantillons de Caillau-Talmont étiquetés *M. marginalis* (Coll. Lambert n^{os} 1535 et 1935) et *M. glyphus*. La collection Cotteau comprend des échantillons typiques de *M. glyphus* provenant de Caillau, Talmont, Guillon et Royan.

Au Coniacien supérieur, l'apparition de *M. turonensis* est le signe du développement d'une nouvelle province faunique que nous nommons Province de Touraine-Aquitaine et dont nous basons l'extension géographique sur la répartition de cette espèce. Cette province demeure distincte tout au long du Santonien et du Campanien inférieur. Au Campanien supérieur la Province Nord contourne la partie septentrionale du Massif Central et continue en Aquitaine, mais nous n'avons aucun témoignage, quel qu'il soit, de cette époque en Touraine.

Source : MNHN, Paris

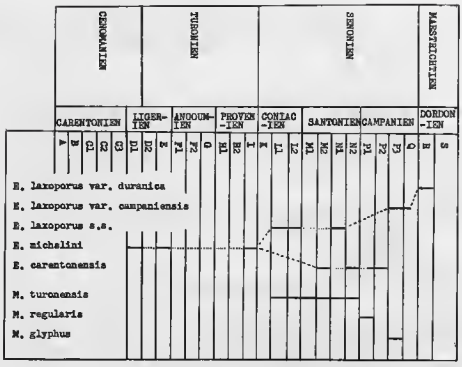


FIG. 18. — Répartition stratigraphique de certains Spatangues en Aquitaine (d'après de Grossouvre 1898).

XVIII. — LA FRONTIÈRE ENTRE LA PROVINCE ANGLO-PARISIENNE ET CELLE DE TOURAINE-AQUITAINE

D'après l'ouvrage de de Crossouvre (1897) on s'attendrait à ce que cette frontière corresponde à l'axe du Merlerault qui marque un changement majeur dans les faciès et qui contrôle la distribution d'éléments divers de la faune du Crétacé supérieur.

En nous limitant aux seuls Micrasters, on observe que *M. decipiens* envahit la Touraine au Coniacien inférieur pour donner naissance à *M. turonensis* qui, lui, caractérise la Province Touraine-Aquitaine. La répartition de cette dernière espèce s'étend au nord jusqu'à la Seine-Maritime, l'Eure et l'Eure-et-Loir dans des faciès de craie véritable.

Dans la vallée de l'Eure entre Chartres et Maintenon, la craie qui offre *M. decipiens* est suivie de celle où l'on trouve *M. turonensis*. Plus au nord, la craie des Osmeaux près de Dreux présente *M. coranguinum* de la Zone à *Uintacrinus* ainsi que d'autres fossiles de zones crinoïdes typiques de la Province Anglo-Parisienne. On trouve aussi la preuve de l'existence de cette province, plus à l'ouest, dans la région des Andelys où l'on peut recueillir *M. leskei* et *M. decipiens* bien que la présence de la Zone à *M. normanniae* n'ait pas été confirmée à cet endroit.

L'examen des échantillons de la Collection Bucaille, montre que la région de Rouen présente les étages Turonien, Coniacien et Santonien où se recueillent des Micrasters typiques de la Province Anglo-Parisienne : à Bonsecours, *Epiaster* de la Zone à *T. lata*, *M. corbovis* typique de la même zone (selon Bucaille à la base de celle à *H. planus*) ; *M. corbovis* typique de la Zone à *H. planus* entre Bonsecours et Blosseville ; *M. leskei* à Bois-Cuillaume ; *M. normanniae* dans la carrière Faucon ; *M. coranguinum* dans la carrière du Neubourg et *M. coranguinum rostratus* dans la Zone à *Marsupites* d'Elbeuf.

Au sud-ouest de Rouen, dans la région de Bernay, entre Fontaine-la-Soret et Beaumont-le-Roger, affleurent des coupes allant de la Zone à *I. labiatus* à celle à *H. planus* et présentant les mêmes

Source : MNHN, Paris

lithologies et faunes que l'Angleterre méridionale. Plus à l'est, à Evreux, on trouve des échinides typiques de la partie supérieure de la Zone à *M. coranguinum*.

Toutefois, *M. turonensis* apparaît aussi dans la région de Rouen, à la carrière Maletra (Grand-Quevilly) et à la carrière Saint-Cyr (Elbeuf). J'ai également recueilli cette espèce à Caudebec-en-Caux et Cayeux (1968) la signale sur la côte normande sous le nom de *M. coranguinum intermedius*.

Ainsi le *Micraster* de la Province Touraine-Aquitaine a-t-il émigré au nord dans l'ouest du bassin parisien au Coniacien supérieur et au Santonien inférieur. D'après les témoignages dont nous disposons à l'heure actuelle, les Micrasters de ces deux provinces ne semblent pas apparaître ensemble aux mêmes niveaux. La présence des uns semble exclure celle des autres.

C'est peut-être aussi une simple coïncidence que les régions de la craie présentant *M. turonensis* montrent en même temps un type de silex distinct. Sur la côte au sud de Fécamp, à Caudebec, Elbeuf et dans la vallée de l'Eure jusqu'à Maintenon, les craies du Coniacien supérieur et du Santonien inférieur se caractérisent par des bandes de silex épaisses (0,23 m) et continues, tandis que dans le bassin de Paris proprement dit, les silex apparaissent sous la forme de nodules irréguliers.

XIX. — LA RÉCION PYRÉNÉENNE

Quand la plupart des travaux sur les échinides furent publiés, la stratigraphie de cette région était mal connue. Les échinologues classiques tels que Cotteau et Lambert comptaient sur d'autres personnes pour le ramassage des fossiles. Les niveaux stratigraphiques attribués à ces fossiles paraissaient, dans de nombreux cas, avoir été devinés. Les travaux récents de Raabe (1966) sont une exception en ce sens que le matériel a été ramassé lit par lit.

Aptien : Les Spatangues aptiens sont tous typiques du Royaume Nord-Africain. On trouve *Toxaster collegnoi* près de Barcelone, dans l'Aude, l'Ardèche, Castellon, Tarragona, Lleyda et l'Aragon. On ne peut le distinguer des spécimens de Syrie, Judée et Liban (Lambert 1902, 1927). On signale *Enallaster oblongus* à Barcelone, Castellon, en Catalogne, Aragon, Teruel et Penedes (Lambert 1902, 1927, 1928). Barrois (1879) le signale dans le Néocomien de Santander et l'Urgonien du bassin d'Oviedo. On décrit *Pliotoxaster paquieri* à Santander (Lambert 1919) et on trouve *Epiaster priori* en Catalogne (Lambert 1902). Comme dans d'autres régions plus au nord et destinées à devenir parties du Royaume Européen, on trouve aussi des Holastéridés : *H. prestensis* à Castellon et *H. aptiensis* dans la province de Barcelone (Lambert 1902, 1928).

Albien : Hemiaster minimus de Montiberri (Lleyda) est le seul Spatangue albien a avoir été signalé (Lambert 1927). Si l'identification de cet échantillon est correcte, il montre que le Royaume Européen comprenait cette partie de la région pyrénéenne à l'Albien.

Cénomanien : Lambert (1928) considère *Heteraster delgadoi* comme limité à la base du Cénomanien. Cette espèce est typique du Royaume Nord-Africain et est connue à Castellon, en Catalogne, à Santander, au Portugal, en Palestine, en Syrie et au Liban. La faune cénomanienne (*Epiaster dallonii, Hemiaster dallonii, H. incrassatus* et *H. aragonensis*) de Sopeira (Aragon), décrite par Lambert (1910) est d'aspect europ.en. On connaît trois espèces d'*Holaster*, échantillons uniques de la même localité, et on trouve la même faune à Castarne près de Tremp (Lambert 1927). L'*Hemiaster mancus* de La Alta, Santander (Lambert 1920) est du type du Royaume Européen. Lambert (1927) présume que *Periaster insolitus* de Alhama de Aragon est d'âge cénomanien. Cette espèce est typique de la lignée *Hemiaster* nord-africaine.

Raabe (1966) décrit les échinides irréguliers du Cénomanien et du Turonien d'une partie de l'auge Cantabrienne, qu'il a ramassé dans 6 des 7 niveaux numérotés. Le Cénomanien inférieur est représenté par le niveau n° I, le Cénomanien supérieur par les n^{os} II à IV, et le Turonien par les

Source : MNHN, Paris

nos VI et VII. Le Cénomanien inférieur présente essentiellement des éléments du Royaume Européen (*Holaster nodulosus*, *Hemiaster aragonensis* et *Epiaster dallonii*), mais les quatre spécimens que Raabe désigne sous le nom de *Hemiaster verneuilli* montrent des similitudes nord-africaines et ne sont pas l'espèce turonienne caractéristique de Touraine et d'Aquitaine. Le niveau II est incontestablement européen puisqu'on y trouve *Holaster nodulosus* et *Hemiaster aragonensis*. Selon Raabe, le niveau III présente *Hemiaster griepenkerli* et *H.* cf. *grossouvrei*. Il est néanmoins difficile de décider à quel royaume appartiennent ces échantillons.

On ne peut donner aucune image claire dans cette région de la distribution des royaumes fauniques au Cénomanien. D'après les remarques ci-dessus, il apparaît évident que la situation est complexe.

Turonien : Le niveau VI de Raabe présente une faune turonienne typique de la région Touraine-Aquitaine. D'après Raabe les Spatangues sont *Hemiaster gauthieri* et *Epiaster meridanensis*. Le Spatangue du niveau VII est également un *Epiaster* et n'est certainement pas un *Micraster leskei*. Lambert signale certains Spatangues du Cénomanien de Santander (*Epiaster meridanensis*, *Hemiaster mancus*) qui appartiennent probablement à la lignée *Epiaster* et qui sont peut-être turoniens. *Periaster verneuilli* est une autre forme typique de la région de Touraine-Aquitaine qu'on trouve aussi dans l'Aude à Soulatge et dans le Lot-et-Caronne à Fumal (Cotteau 1863).

Micrasters du Sénonien.

Micraster brevis : L'individualité de la Province Pyrénéenne ne se manifeste pas avant l'apparition de *M. brevis* au Coniacien supérieur. Cette espèce abondante et répandue dérive manifestement de *M. turonensis*. La parenté étroite des deux espèces fait que quelques auteurs les confondent. La répartition stratigraphique exacte de *M. brevis* est incertaine. On utilise le terme « marnes à *Micraster* » pour les strates contenant cette espèce. Ces marnes sont divisées en deux zones, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de la frontière Coniacienne-Santonienne, la zone supérieure étant caractérisée par la présence de *Cyclaster* et *Cardiaster integer*. J'ai ramassé *M. brevis*, *Cyclaster* et *Echinocorys* près de Contrasta et M. Peake considère cet *Echinocorys* comme provenant d'un niveau équivalent au tiers inférieur de la Zone à *M. coraaguinum* de l'Angleterre méridionale. On trouve les mêmes échinides dans la carrière à l'ouest de Saint-Martin (Navarra). Il existe une certaine variation dans le faciès où l'on trouve *M. brevis*. À Saint-Martin il provient de marnes alternativement grises et brunes et entre Eulate et Larraona on le trouve dans les calcaires marneux jaunes-gris qui alternent avec des marnes gris foncé ou brunes. Des marnes alternativement grises et brunes affleurent aussi à Sougraigne dans lesquelles j'ai ramassé *M. brevis*. À Pobla de Segur je l'ai ramassé dans des couches de calcaire dur, marneux gris foncé d'environ 25 mètres d'épaisseur. La morphologie de cette espèce ne change pas dans cette coupe, en dépit de quelques variations dans la lithologie, telles que la disparition de glauconie dans les couches supérieures et la présence d'un lit d'éponges enfoui dans la partie inférieure.

Micraster heberti : On ne connaît pas bien le niveau exact de cette espèce. Elle est plus évoluée que *M. brevis* mais moins que *M. aturicus* et il est donc très probable qu'elle soit d'âge Santonien supérieur ou Campanien inférieur. De Lacvivier (1877) le signale comme étant extrêmement abondant à Foix (Ariège), Lambert, comme apparaissant dans plusieurs endroits de Santander, sous des noms différents, ainsi qu'à Alhama de Aragon, et je l'ai ramassé dans une carrière à Salvatierra (Alava).

Micraster antiquus : Je n'ai trouvé cette espèce que dans les calcaires marneux à la borne kilométrique 38 au sud d'Arce (Navarra). D'après les témoignages fournis par *Echinocorys*, N. B. Peake (*in* Rios et Hancock 1961) date ces roches du sommet du Campanien inférieur et peut-être de la base du Campanien supérieur. On y trouve ensemble *M. antiquus* et *M. aturicus* mais les formes intermédiaires prédominent. Je n'ai trouvé aucun échantillon qui ressemble à *M. corcolumbarium*, *M. gourdoni*, ou *M. faasi* à cet endroit bien que ces formes soient signalées dans Rios et Hancock. Comme *M. atu-*

Source : MNHN, Paris

ricus est une forme typique du Campanien supérieur, on peut raisonnablement présumer que *M. antiquus* est son ancêtre du Campanien inférieur.

Micraster aturicus : Cette espèce apparaît d'abord au Campanien inférieur le plus élevé comme à Arce mais la grande forme typique semble se limiter au Campanien supérieur. Nicklès (cité par Lambert 1895) signale l'espèce dans le Maestrichtien d'Almacérès. Dans la vieille carrière de Tercis nous avons recueilli un petit *M. aturicus* du Campanien inférieur mais le grand *M. aturicus* typique ne semble se trouver que dans les calcaires marneux gris-vert-bleuté du Campanien supérieur. C'est à ce niveau que je l'ai ramassé et les deux grands échantillons étiquetés Tercis (coll. Muséum, Paléont.) ont l'air, d'après leurs matrices, de provenir aussi de ce niveau.

Micraster corcolumbarium : Cette espèce est très vraisemblablement limitée au Campanien supérieur. Elle est très répandue dans la Province Pyrénéenne, et on la signale dans les régions de Tercis, Aragon, Alava, Catalogne et Lleyda. Le seul échantillon de *M. corcolumbarium* que j'ai ramassé provient de la carrière de Tercis. Un grand échantillon de cette espèce (Coll. Lambert) peut à peine être distingué d'un petit *M. glyphus* et donc nous supposons que *M. corcolumbarium* est un descendant néoténique de *M. glyphus*. Ainsi nous voyons une influence de la Province Nord s'exercer sur la faune de la Province Pyrénéenne.

Micraster gourdoni : Cette espèce semble se limiter au Campanien supérieur de la région de Montsech.

La région de Santander.

Lambert (1919-1922) décrivit les échinides de cette région mais les niveaux stratigraphiques qu'il donna à ses échantillons ont besoin d'être vérifiés. Un ramassage récent effectué par M. Ernst (1971) y a fait apparaître des micrasters typiques du bassin anglo-parisien. M. Ernst possède d'abondants échantillons de *Micraster* provenant de trois niveaux différents à Liencrès. Le plus bas présente ce qui semble être une forme évoluée et étroite de *M. decipiens* (= *M. coribericum* Lambert) et est suivi d'un autre qui, lui, présente de typiques *M. decipiens* en même temps qu'un échantillon que l'on peut, au mieux, regarder comme *M. normanniae*. Au troisième niveau apparaît *M. brevis* typique. Ainsi nous voyons la faune de la province anglo-parisienne s'étendre vers le sud dans la majeure partie du Coniacien, remplacée à la fin de celui-ci par une faune pyrénéenne. Cette même influence s'observe encore au Santonien avec l'apparition de *M. coranguinum* à Vallines (coll. Lambert).

À plusieurs endroits Lambert signale la forme pyrénéenne typique *M. brevis* sous le nom *M. corbaricus*, et au moins l'un des échantillons signalés comme *M. turonensis* à Liencrès est en fait un *M. brevis* (coll. Lambert).

Une autre forme caractéristique de la Province Pyrénéenne : *M. heberti*, apparaît aussi dans la région de Santander. Lambert la regarde comme santonienne et déclare que certains échantillons, qu'il appelle *M. proclivis*, apparaissent dans « les marnes à *Micraster* ». Il est beaucoup plus probable que *M. heberti* représente un niveau supérieur à celui de *M. brevis*.

Lambert signale *M. icaunensis* et *M. gosseleti* du Turonien supérieur, identifications et déterminations stratigraphiques qui me paraissent très douteuses. L'échantillon de Liencrès (coll. Lambert étiqueté *M. gosseleti*) ne peut se comparer à la forme du Nord de la France, ni a aucun *Micraster* que j'ai pu observer. Malheureusement je n'ai pas remarqué les trois échantillons de *M. icaunensis* de Santander dans la Collection Lambert.

Certaines des nouvelles espèces de Lambert sont distinctes, notamment *M. douvillei* et *M. mengaudi*.

Micraster douvillei : On trouve cette espèce à Santa Marina, mais son niveau est incertain. Il est évident d'après les étiquettes manuscrites de Lambert que certains échantillons de cette espèce furent d'abord appelés *M. coranguinum* var. *lata* par Lambert (1920), puis *M. douvillei* en 1922.

Source : MNHN, Paris

Micraster mengaudi : Lambert (1920) déclare cette espèce distincte comme santonienne mais l'agencement des plaques dans l'interambulacrum 1, et de celles du système apical montre qu'elle doit être campanienne et plus probablement campanienne supérieure.

L'Étendue Géographique de la Province Pyrénéenne.

La Province Pyrénéenne s'étendait probablement jusqu'à la région de Bordeaux. Les affleurements du Crétacé supérieur au nord de Tercis se limitent à quelques pauvres coupes dans les vallées fluviales. On signale *Micraster* dans un tel affleurement à Villagrains et Fallot (1893 cité par de Grossouvre 1898) l'identifie comme *M. aturicus*. À l'est, la province comprend le Bassin du Beausset où apparaît *M. brevis* typique et celle-ci a dû s'étendre jusqu'aux monts Bakony de Hongrie. Les Spatangues du Crétacé supérieur de l'Espagne méridionale sont mal connus. Cisneros (1917) signale deux espèces de *Micraster* à Alicante et les identifie comme « *M. coranguinum*? » et « *M. turonensis*? » On peut douter de ces identifications. M. H. Gamble m'a donné un *Micraster* qu'il a recueilli dans les grès sénoniens de la zone subbétique à Baie del Mascarat près d'Altea. Cet échantillon est suffisamment bien conservé pour montrer que c'est une forme intermédiaire entre *M. antiquus* et *M. aturicus* et qu'ainsi il provient probablement du sommet du Campanien inférieur.

Le *M. brevis* du « Sénonien » algérois (Coll. Lambert 1326) montre des pétales pairs plus longs que ceux des formes pyrénéennes mais il lui manque le fasciole péripétale, et on peut le considérer comme une forme intermédiaire entre *M. brevis* et *M. peini*.

XX. — LA VALLÉE DU RHÔNE

Les plus anciens Spatangues de cette région proviennent du Barrémien du Gard et de l'Hérault. Lambert (1904) signale les espèces suivantes : *Toxaster ricordeaui* à Seynes ; *T. amplus* à Sauve, Quissac et Montaulieu ; *T. retusus* à Saturargues. De l'Aptien de Serviers, il signale *Miotoxaster collegnoi*.

Les Spatangues mentionnés ci-dessus sont typiques du Royaume Nord-Africain, mais tous ceux d'âge plus récent le sont du Royaume Européen.

Epiaster distinctus et *Hemiaster bufo* ainsi que *Holaster subglobosus* apparaissent dans le Cénomanien à Pont-Saint-Esprit. Les formes turoniennes de Saint-Paul-Trois-Châteaux, au nord du bassin d'Uchaux (*Hemiaster* cf. *gaudryi* et *Periaster* cf. *verneuili*) montrent des affinités avec des espèces typiques de la région Touraine-Aquitaine. Au sommet de la coupe à cet endroit, on trouve *Hemiaster leymeriei*, espèce qui est également typique de Touraine-Aquitaine.

Dans le bassin de Dieulefit, au sud de la forêt de Saou à Nyons, les marnes cénomaniennes riches en Ammonites sont suivies par un calcaire blanc où *Micraster decipiens* et d'autres échinides apparaissent, dans la partie supérieure. Cette espèce indique que le niveau doit être Coniacien et non pas Turonien supérieur comme le voudrait de Grossouvre. Elle montre une migration vers le sud des Micrasters du bassin Anglo-Parisien qui contourne le côté oriental du Massif Central.

Le grès verdâtre de Dieulefit est décrit comme présentant *Hemiaster leymeriei* et *H.* cf. *fourneli*, deux formes qui sont typiques des niveaux turoniens et caractéristiques de la région Touraine-Aquitaine. Néanmoins ces identifications nous semblent douteuses étant donné que Sornay (1957) date ce niveau du Coniacien.

Source : MNHN, Paris

XXI. — LA FRANCE DU SUD-EST ET LA SUISSE

Pendant tout le Crétacé inférieur ces régions présentent des faunes échinides similaires et c'est pour cette raison que nous les traitons ensemble. La présence d'échinides sénoniens n'est pas attestée en Suisse. Auraient-ils été préservés, il serait imprudent de présumer que de telles formes seraient nécessairement les mêmes que celles de la région de Nice.

La liste suivante des échinides du Crétacé inférieur est basée sur les ouvrages de Savin (1902, 1903), Demoly (1913), et de Loriol (1873). Ces échinides demandent une révision et donc nous attendons avec intérêt les résultats du travail de M^lle^ S. Humbert sur les échinides du Crétacé inférieur du S.-E. de la France.

Valanginien : Echinospatangus/Toxaster granosus, Doubs et Haute-Savoie. Cantons de Vaud et de Neuchâtel ; *T. lorioli* et *Holaster cordatus*, Savoie, Doubs et Vaud ; *T. kiliani*, Alpes-Maritimes et Bouches-du-Rhône ; *Echinospatangus cordiformis*, Canton de Vaud.

Hauterivien : Toxaster retusus, Savoie ; *Echinospatangus ricordeanus*, Doubs et Canton de Vaud ; *E. cordiformis* dans la plupart des régions crétacées de Suisse ; *Holaster intermedius*, Savoie ; *H. cordatus*, Cantons de Vaud et Neuchâtel.

Barrémien : Enallaster oblongus, *E. couloni* et *E. renevieri*, Savoie.

Aptien inférieur : Enallaster fittoni, Cantons de Vaud et Neuchâtel ; *Heteraster oblongus*, Ain et Suisse, *Echinospatangus collegnii* dans la plupart des régions de Suisse.

Aptien supérieur : Echinospatangus collegnii, Ain et Canton de Vaud ; *Holaster prestensis*, Neuchâtel.

Les Spatangues du Crétacé inférieur jusqu'au sommet de l'Aptien supérieur sont tous typiques du Royaume Nord-Africain. Comme dans d'autres endroits, destinés à faire partie plus tard du Royaume Européen, des Holastéridés apparaissent au Valanginien.

A l'Albien, la faune des Spatangues devient typique du Royaume Européen. *Holaster laevis*, *H. perezi*, *Hemiaster minimus*, *Epiaster distinctus*, *E. polygonus* et *E. ricordeaui* sont signalés comme des espèces albiennes apparaissant dans la Suisse, la Haute-Savoie et l'Ain. Il est très douteux qu'*Epiaster polygonus* et *Hemiaster murchisonianus* apparaissent dans l'Aptien supérieur, comme l'indique de Loriol, car ces espèces sont caractéristiques de l'Albien.

On ne signale pas de Spatangues dans les couches cénomaniennes mais des Holastéridés européens typiques sont très répandus en Suisse dans ces niveaux selon de Loriol (1873).

Micraster leskei : Peron (1902) signale cette espèce turonienne à la Trinité-Victor et à Cranges-de-Villars dans la région niçoise, au Cap Martin et le long de la route Menton-Roquebrune plus à l'est. Fallot (1882) identifia les formes proches de Nice comme étant *M. normanniae*. Je n'ai vu aucun de ces échantillons mais je ne serais pas surpris de découvrir que beaucoup d'entre eux appartiennent au genre *Epiaster*. De Loriol (1873) figure un grand *M. leskei* de Sainte-Croix dans le Canton de Vaud sous le nom *M. breviporus*.

Micraster brevis : On connaît cette espèce dans la région du Beausset (Var). Lambert (1895), Middlemiss et al. (1970) la signalent sous le nom de *M. corbaricus* et ces derniers auteurs la considèrent comme coniacienne. La Collection Lambert contient des échantillons de *M. brevis* de Pont-

Source : MNHN, Paris

de-Peille, Sainte-Hospice, près d'Allons, et Gobio près de Menton. Les prétendus *M. matheroni* du Beausset et Rennes-les-Bains, Aude (coll. Lambert) ne sont pour moi que de grands *M. brevis*.

Micraster cordatus : Le nom *M. cordatus* Sismonda 1843 est employé ici provisoirement pour désigner les Micrasters coniaciens de la région niçoise qui sont dérivés de *M. decipiens* du bassin Anglo-Parisien. Peron (1902) signale cette espèce, sous les noms *M. decipiens* à Menton, Cando, Cantaron et la Trinité et *M. arenatus* dans la région de Châteauneuf-Contes. J'ai vu des échantillons de cette « espèce » venant du Ravin de Cantaron et Bourron, Alpes-Maritimes (coll. Lambert), de Contes et Menton (coll. Muséum, Paléont.). Celui de Contes est étiqueté *M. matheroni* et le niveau de l'échantillon provenant de Menton est donné comme santonien. La collection Cotteau comprend deux échantillons présentant des affinités avec *M. decipiens* et étiquetés « Sénonien, Nice ».

Au Coniacien la Province Pyrénéenne s'étend vers l'est au sud de la France au-delà du bassin du Beausset (*M. brevis* étant caractéristique de cette province). Les régions au nord et à l'est du Var présentent des Micrasters montrant de fortes ressemblances avec *M. decipiens* du bassin anglo-parisien, dont ils sont très certainement dérivés, ainsi que quelques échantillons de *M. brevis*, ce qui indique que dans ces régions les deux provinces sont mélangées.

Micraster coranguinum : Je n'ai vu qu'un échantillon qui présente des affinités avec cette espèce, provenant du Sénonien de Nice (coll. Lambert ex-Cotteau). Peron (1902) signale *M. coranguinum* près de Font-de-Jarrier et des Micrasters gibbeux de l'Emscherien dans une localité non nommée. Le fait que Peron considère la planche XII, figures 4 et 5 de Lambert 1896 (figures d'une forme gibbeuse campanienne typique) comme représentant une espèce de l'Emscherien suggère que ses propres matériaux sont campaniens.

Micraster schroederi : On trouve des échantillons de *M. schroederi* écrasés et fragmentés à La Pontière, Savoie (Savin 1903). Une étiquette manuscrite de Lambert, accompagnant le seul échantillon que j'ai vu de cette région, le fait provenir de sa Zone P.

Micraster sismondai et *Micraster stolleyi* : On trouve ces espèces dans le Campanien supérieur près de Nice. Lambert (1895) signale *M. sismondai* et *M. stolleyi* (comme *M. gibbus*) dans un endroit appelé La Palarea et Peron (1902) semble considérer que c'est la même localité que ce qu'il appelle Font-de-Jarrier près de Blausasc. A ces deux espèces il donne respectivement les noms *M. gottschei* et *M. fastigatus*. *M. sismondai* est manifestement dérivé de la lignée *M. schroederi-glyphus*.

L'apparition de *M. schroederi*, *M. stolleyi* et *M. sismondai* dans le sud-est de la France montre une migration vers le sud de la Province Nord. La région fut certainement comprise dans cette province au Campanien supérieur, mais le manque de témoignages concernant les Micrasters du Campanien inférieur rend impossible l'attribution de cette région à une quelconque province pendant cette époque.

XXII. — PROVINCE INDO-MALGACHE

Inde Méridionale.

Stoliczka (1873) décrivit une riche faune échinide dans les étages suivants de la région au sud de Madras : Ootatoor, Trichinopoly et Arrialoor. L'Ootatoor et le Trichinopoly sont riches en espèces d'*Hemiaster* mais il est difficile d'en interpréter leurs figures. Ce genre continue dans l'Arrialoor où apparaissent *Cardiaster* et *Holaster*, indiquant ainsi l'arrivée d'une faune du Royaume Européen. *Micraster nobilis* de l'Arrialoor dérive probablement de la lignée gibbeuse de la Province Nord et est très commun dans les grès ferrugineux du S.-O. de Mulloor et dans les roches sableuses oolithiques

Source : MNHN, Paris

à l'est de Olapandy, selon Stoliczka. L'Arrialoor représente le Campanien et le Maestrichtien de l'Inde méridionale (Sastry et Rao 1964) et en le comparant avec Madagascar nous pouvons présumer que le niveau à *Micraster* se situe au sommet du Campanien.

MADAGASCAR.

On trouve les plus anciens échinides crétacés de cette île au sommet des couches albiennes d'Ambarimmaninga, sous la forme de *Toxaster gaudryi* typique du Royaume Nord-Africain. La présence de ce royaume est aussi attestée par les Spatangues des couches albiennes moyennes d'Androiavy tels que *Epiaster besairiei* proche de *Douvillaster*, *Macraster* et *Hemiaster* sp. Toutefois, à ce même niveau, apparaissent également des Holastéridés (tout comme dans l'Albien supérieur du Zululand), signes de l'arrivée de formes européennes et, dans les couches turoniennes d'Antantiloky, la faune *Hemiaster* a un aspect très nettement européen.

Pendant la majeure partie du Sénonien, la présence d'échinides ne semble pas être attestée mais ils réapparaissent au Campanien supérieur et au Maestrichtien, les Spatangues étant alors tous typiques du Royaume Européen.

Les affinités existant entre les faunes échinides malgaches et celles d'autres pays, ont été discutées par de précédents auteurs. Lambert fit remarquer en 1903 que la faune campanienne de la région de Diego-Suarez a beaucoup en commun avec celle d'Algérie et de Tunisie (*Guettaria*, *Rispolia*, *Stegaster* et *Homoeaster*) et Cottreau (1935) constate que *Toxopatagus* de la province Maintirano présente des affinités avec la faune maestrichtienne de Perse et du Béloutchistan. Les apparitions courantes de *Cardiaster orientalis*, *Micraster nobilis* et *Hemiaster cristatus* montrent des similitudes entre cette île et l'Inde méridionale.

La région de Diego-Suarez : On y trouve *Micraster meunieri*, qui a moins de pores dans les pétales pairs que *M. nobilis*. Il semble très proche de *M. stolleyi* de la Province Nord et on peut peut-être, au mieux, le regarder comme une variété de cette espèce. Tout comme *Infulaster boulei*, il indique probablement un prolongement méridional extrême de la Province Nord au Campanien supérieur.

La région de Menabe : Bien que Lambert (1936) conteste qu'*Epiaster nobilis* de Besairie soit le même que celui de Stoliczka, les deux échantillons, provenant de Mitraiky que lui donna Besairie, montrent la forme typique de l'espèce indienne, qui est celle d'un vrai *Micraster* à qui il manque les fascioles. *Mokotibaster bourcqui* ne paraît être qu'une grande variété de cette espèce. Une collection de 27 échantillons d'un nid à *Micraster* du sommet du Campanien supérieur d'Ankilahila, Menabe (collection de M. et M^me^ Termier) montre que cette espèce varie grandement en forme et en taille, certains échantillons présentant la forme conique typique de *M. meunieri* dont ils sont peut-être dérivés. L'origine de *M. nobilis* reste en effet problématique. On pourrait aussi avancer, d'après la forme de quelques-uns des plus grands échantillons, qu'il dérive de *M. stolleyi* et il présente des caractères péristomaux régressifs tout comme la variété de la Craie d'Obourg à Harmignies. Néanmoins, le grand nombre de pores des pétales pairs est plus typique des Micrasters algéro-tunisiens desquels il pourrait provenir, en ayant perdu, chemin faisant, les fascioles sous-anal et péripétale.

D'après la description qu'en donne Lambert (1936), son *M. trangahyensis* du Maestrichtien de la région de Maintirano ne semble pas être un vrai *Micraster*.

Source : MNHN, Paris

XXIII. – CORRESPONDANCE ENTRE LES PROVINCES FAUNIQUES DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

Introduction.

Les étages turonien et sénonien furent établis par d'Orbigny (1842) pour le Crétacé supérieur autour des villes de Tours et Sens. Ces étages ont donc leur coupe-type dans différentes provinces fauniques. Coquand (1857) subdivisa le Sénonien en Coniacien (Cognac), Santonien (dans la petite Champagne) et Campanien (région d'Aubeterre). Les coupes-type de ces sous-étages se trouvent donc dans une province faunique différente de la coupe-type de l'étage principal de d'Orbigny, mais dans la même province que les coupes-type du Cénomanien et du Turonien.

En dépit des travaux de de Grossouvre basés sur les Ammonites, la majeure partie des problèmes de correspondance demeure. L'abondance des échinides au Crétacé supérieur leur confère, virtuellement, un rôle d'outils stratigraphiques des plus valables. Toutefois, des ramassages lit par lit sont nécessaires avant qu'on puisse établir une correspondance précise.

Province de Touraine-Aquitaine.

Le travail de Jefferies (1962) sur la sous-Zone à *A. plenus* nous fournit une excellente correspondance du Turonien de base entre toute la Province Anglo-Parisienne et la Touraine. Des correspondances exactes entre les plus hautes strates nous manquent. Le genre *Epiaster* est très répandu au Turonien dans cette province, mais la valeur de ces échinides en vue d'une correspondance exacte est limitée par leurs caractéristiques très stables.

M. turonensis du lit C de la Craie de Villedieu diffère à peine, mis à part le développement des pétales, des *M. decipiens* typiques tels qu'ils sont trouvés dans les lits supérieurs de la Zone à *M. decipiens* dans les falaises à l'est de Douvres. Ceci met en relation le Coniacien supérieur de Touraine avec celui du bassin anglo-parisien. N'ayant pas vu les Micrasters du lit A de la Craie de Villedieu (= Coniacien inférieur) un commentaire à leur sujet serait imprudent.

Province Pyrénéenne.

M. brevis de cette province présente les mêmes traits généraux que *M. turonensis*, à part sa forme plus globuleuse et le nombre de pores dans les pétales pairs. On pourrait présumer que, comme *M. turonensis* typique, il est du Coniacien supérieur, mais cette affirmation n'est pas appuyée par le témoignage des *Echinocorys* et d'une Ammonite que j'ai recueilli avec *M. brevis* typique. Ces fossiles montrent que le *M. brevis* typique se trouve toujours dans le Santonien.

Province Nord.

L'utilisation des termes Turonien, Coniacien et Santonien en Allemagne du nord, ne correspond pas à leur usage en France et en Angleterre, sauf pour la base et le sommet de cette série d'étages. Le Turonien inférieur est représenté par la Zone à *I. labiatus* (Schlüter reconnaissait une Zone à *A. plenus* en-dessous) et le Santonien supérieur est constitué par les Zones à *Uintacrinus* et à *Marsupites*. Faire correspondre les couches comprises entre ces deux niveaux est une tâche des plus difficiles.

La riche faune échinide des « hard-grounds » de la Zone à *I. lamarcki* à Wüllen, qui offre *Holaster planus*, représente celle de la Zone à *H. planus* du bassin anglo-parisien d'après le témoignage des Micrasters (Figure 19). Les premiers *M. bucaillei* de la Zone à *I. vancouverensis* correspondent plus ou moins aux Micrasters de la partie supérieure de la Zone à *H. planus* et à *M. normanniae* du bassin

Source : MNHN, Paris

anglo-parisien. *M. cortestudinarium* de la Zone à *I. deformis* du bassin de Münster montre le même stade de développement que *M. decipiens* typique, mis à part sa forme plus gibbeuse et le nombre de pores dans ses pétales pairs. Toutefois mes *Echinocorys* de la Zone à *I. deformis* de Erwitte furent identifiés par M. Peake comme des formes turoniennes typiques. *M. coranguinum* apparaît à la base du Coniacien en Allemagne et à la base du Santonien dans le bassin anglo-parisien. Ces faits sont difficiles à concilier, tout comme il est difficile d'expliquer l'apparition dans le Santonien moyen inférieur à Lägerdorf de *M. coranguinum* évolués et comparables à ceux de la Zone à *Uintacrinus* du bassin anglo-parisien.

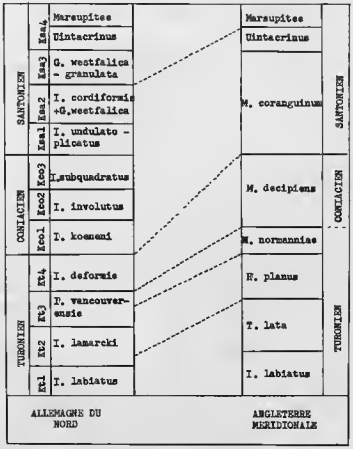


FIG. 19. — Correspondance des étapes de l'évolution du genre *Micraster* aux Turonien, Coniacien et Santonien de l'Allemagne du Nord et de l'Angleterre méridionale.

LA VALEUR DU GENRE MICRASTER DANS LA CORRESPONDANCE DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.

Les correspondances entre des provinces fauniques différentes basées sur le genre *Micraster* sont douteuses. D'après le stade d'évolution général atteint par *M. decipiens*, *M. turonensis*, *M. brevis* et *M. cortestudinarium*, on s'attendrait à ce qu'ils aient été contemporains, ce qui n'est pas le cas comme nous l'avons montré ci-dessus.

La correspondance de la craie du bassin anglo-parisien avec celle de l'Allemagne montre que les Micrasters ont évolué plus rapidement dans cette dernière région. L'hypothèse suivant laquelle les Micrasters auraient eu le même taux d'évolution, semble difficile à accepter à cause du témoignage fourni par les *Echinocorys*, *Uintacrinus* et *Marsupites*.

Les Micrasters évoluèrent aussi à des taux différents à l'intérieur de la même province faunique. *M. bucaillei* apparaît beaucoup plus tôt dans la région au sud de Brunswick qu'à Staffhorst.

Source : MNHN, Paris

Ces exemples suffisent à jeter le doute sur n'importe quelle correspondance basée uniquement sur le genre *Micraster*.

Si le genre *Micraster* montre une spéciation provinciale distincte, ce n'est pas le cas du genre *Echinocorys*. Les *Echinocorys* de toutes les régions du Royaume Européen où j'ai recueilli des échantillons sont aisément rapportés à leurs niveaux anglais correspondants par M. Peake. Donc, pour l'établissement de correspondances, nous préférons utiliser cet autre échinide tout aussi abondant.

XXIV. — LA MIGRATION DES ROYAUMES ET DES PROVINCES FAUNIQUES

Au Néocomien et à l'Aptien, il n'existe aucun Spatangue de type du Royaume Européen, toutes les régions se trouvent ainsi placées dans le royaume Nord-africain. En Europe occidentale, on ne connaît les Spatangues Néocomiens que dans le Yorkshire, le S.-E. du bassin parisien et le S.-E. de la France.

Les Spatangues aptiens se répandent avec l'extension des mers et apparaissent dans les mêmes régions que les Spatangues néocomiens mais envahissent aussi l'Angleterre sud, les monts Bakony (Hongrie) et les Pyrénées.

L'Albien montre l'apparition de Spatangues de type Européen dans toutes les régions mentionnées ci-dessus. Toutefois, *Enallaster* du royaume Nord-africain continue dans l'Albien de l'Angleterre méridionale et de la Normandie tout en se restreignant au faciès des grès verts.

Les échinides cénomaniens du bassin anglo-parisien sont tous nettement européens. Dans les monts Bakony et les Pyrénées, on observe une oscillation de formes provenant des deux royaumes. Dans les Bouches-du-Rhône, les Spatangues européens apparaissent avec *Heterodiadema libycum*, ce dernier étant caractéristique du royaume Nord-africain. On peut donc considérer les monts Bakony, les Pyrénées et les Bouches-du-Rhône comme limitrophes des deux royaumes au Cénomanien.

Au Turonien, toute l'Europe, au nord et à l'ouest des Alpes, semble avoir fait partie du royaume Européen. On observe à cet étage une large distribution d'*Epiaster* caractéristique de Touraine-Aquitaine et l'apparition du genre *Micraster*.

Les Micrasters de la province Nord, du Turonien au Santonien.

Des problèmes de correspondance rendent très difficile une appréciation synchronique. Les problèmes sont ressentis de manière très aiguë lorsqu'on s'occupe de la Province Nord. C'est pour cette raison que nous discutons séparément les formes du Turonien au Santonien de cette province. Ce traitement semble justifié vu le peu d'influence de la Province Nord sur le reste de l'Europe à ces périodes. Les correspondances à l'intérieur de la province sont difficiles et les Micrasters ne sont à aucun moment homogènes.

M. borchardi de Wüllen et Ulceby est distinct de *M. leskei* et *M. corbovis* du bassin anglo-parisien, ce qu'on ne peut pas dire des formes turoniennes de Pologne, de Crimée et du Caucase. On trouve *M. bucaillei* dans le Yorkshire, en Allemagne, dans le Caucase et en Crimée. Des niveaux similaires dans le bassin de Münster présentent *M. cortestudinarium* et une variété de cette espèce à Salder bei Saltzgitter. Une forme distincte apparaît en Pologne et celle provenant du Koppeh Dagh semble proche de *M. decipiens*. On ne peut distinguer avec certitude *M. coranguinum* de la Province Nord de celui de la Province Anglo-Parisienne autrement que sur la base de sa répartition stratigraphique.

Les Provinces à Micrasters dans le reste de l'Europe occidentale.

M. leskei typique est caractéristique de la Province Anglo-Parisienne. Son apparition en Tchécoslovaquie montre donc que cette province s'est étendue vers l'est à l'âge du « Chalk Rock ».

Dans les Zones E et F du S.-E. du bassin parisien, une sous-province se développe, caractérisée

Source : MNHN, Paris

par la présence de *M. renati*. Ailleurs dans le bassin anglo-parisien ces niveaux présentent *M. leskei* évolué dans la partie supérieure de la Zone à *H. planus* et *M. normanniae* dans des couches que l'on date habituellement du Coniacien inférieur. La Zone G du S.-E. du bassin parisien montre une invasion de *M. decipiens* en provenance des régions les plus au nord de la province, et il semble plus que probable que *M. gibbus*, dérivé de *M. renati*, a émigré en même temps, dans le N.-O. du bassin anglo-parisien.

Au Coniacien supérieur, l'apparition de *M. bucaillei* dans les environs de Lille est sans doute le résultat d'une influence temporaire de la Province Nord sur cette région (Figure 20).

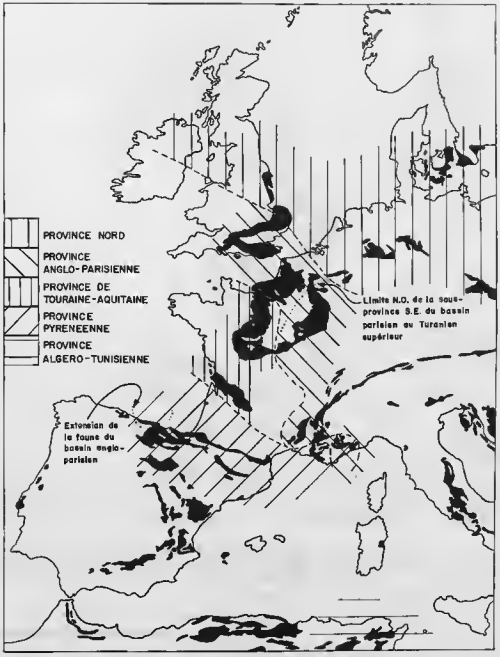


FIG. 20. — Provinces fauniques des Micrasters après la migration coniacienne.

Source : MNHN, Paris

La migration de *M. decipiens* en Touraine (Lit A de la Craie de Villedieu) date probablement de la même époque que celle qui envahit le S.-E. du bassin parisien. En Touraine *M. decipiens* évolue rapidement en *M. turonensis*, ce dernier étant typique du Coniacien supérieur et caractéristique de la Province Touraine-Aquitaine. Les Micrasters progressent vers le sud en contournant l'ouest du massif

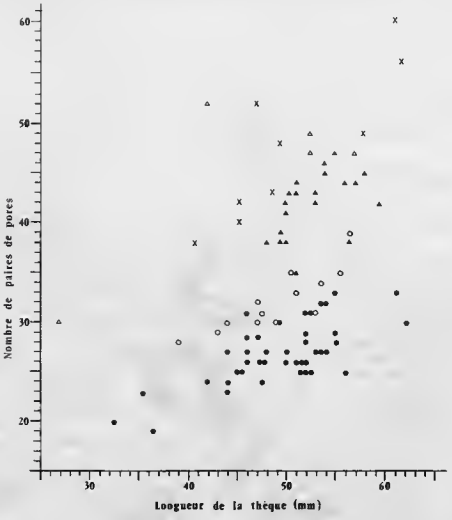


FIG. 21. — Diagramme du nombre des paires de pores dans une rangée du pétale II.
Cercles noirs = Province anglo-parisienne (*M. coranguinum*, Santonien, coll. Westlake) ; cercles blancs = Province Touraine-Aquitaine (*M. turonensis*, Coniacien supérieur et Santonien, coll. Lambert, de Grossouvre, Péron, Institut de Paléontologie, Muséum Paris) ; triangles noirs = Province pyrénéenne (*M. brevis*, Santonien, coll. British Museum [Natural History] ; triangles blancs = Province algéro-tunisienne (*M. peini* et *soligmaci*, Coniacien supérieur, Santonien et Campanien, coll. Cotteau, Lambert) ; croix = Province indo-malgache (*M. nobilis*, Campanien supérieur, coll. Lambert, H. et G. Termier).

central, et donnent naissance à *M. brevis* dans le Coniacien supérieur des Pyrénées. Cette dernière espèce délimite ainsi la Province Pyrénéenne qui s'étend vers l'est en incluant le bassin du Beausset et probablement aussi les montagnes Bakony. Cette même migration vers le sud donne naissance à *M. peini* d'Algérie et de Tunisie au Coniacien supérieur.

On peut très facilement répartir ces Micrasters dans leur province respective grâce au nombre des pores dans les pétales pairs antérieurs, qui augmente à mesure qu'on descend vers le sud. (Figure 21).

À l'est du Massif Central la lignée *M. decipiens* émigre dans le S.-E. de la France donnant nais-

Source : MNHN, Paris

sance à une variété de formes que nous réunissons ici et que nous tentons d'appeler *M. cordatus*. Les échantillons de cette région présentent le même nombre de pores que ceux du bassin anglo-parisien.

Une fois les Provinces de Touraine-Aquitaine et des Pyrénées établies, des espèces endémiques de *Micraster* se propagent dans l'étage santonien. (Figure 22).

FIG. 22. — Provinces fauniques des Micrasters au Campanien inférieur. Légende : voir fig. 20.

Le Campanien inférieur indique une migration de la Province Nord dans le S.-E. du bassin parisien. Cette migration passe probablement par le bassin de Mons ou par les Ardennes. Il se peut que les *M. schroederi* de Savoie soient du Campanien inférieur, ce qui indiquerait une extension encore

Source : MNHN, Paris

plus grande à cette époque. L'Angleterre méridionale, les Provinces de Touraine-Aquitaine et des Pyrénées conservent des dérivés de leurs lignées endémiques. (Figure 23).

Fig. 23. — Provinces fauniques des Micrasters au Campanien supérieur. Légende : voir fig. 20.

Au Campanien supérieur la Province Nord s'étend beaucoup. Elle envahit l'Aquitaine, en passant probablement par la Touraine où les strates de cette période ne sont toutefois pas conservées. Elle s'établit fermement dans le S.-E. de la France et on connaît un échantillon de *Micraster* de la Province Nord en Tunisie. La spéciation géographique de la lignée principale des Micrasters donne naissance à *M. brongniarti* dans la région de Paris et à *M. sismondai* autour de Nice. A l'est on trouve cette

Source : MNHN, Paris

dernière espèce jusqu'à Djidde en Anatolie et, au sud, il se peut que *M. stolleyi* de la Province Nord ait donné naissance à *M. nobilis* qui caractérise la Province Indo-Malgache au Campanien supérieur, comme c'est d'ailleurs presque certainement le cas de *M. meunieri*.

Interprétation des Provinces Fauniques.

Comme nous le déclarons dans la première partie de cet ouvrage, les provinces fauniques sont ici interprétées comme la réflexion de masses d'eau distinctes. Ursin (1960) remarque qu'on ignore encore les facteurs qui différencient les nappes d'eau actuelles et montre le rôle peu important de la température en mer du Nord, alors qu'il semble, d'après le témoignage suivant dont nous disposons, qu'elle en ait joué un dans celles du Crétacé supérieur.

Bien qu'*Echinocorys* présente les mêmes variations de formes de l'Europe du nord aux Pyrénées, il montre un allongement des pores dans les régions apicales des ambulacres à mesure que l'on va vers le sud. M. Peake interprète ce fait comme le signe d'un accroissement des surfaces respiratoires, nécessité par la plus grande difficulté à extraire de l'oxygène des eaux plus chaudes du sud. On observe le même phénomène chez *Holaster subglobosus* (Szörenyi 1955) et on explique aisément de la même manière l'accroissement du nombre des podia respiratoires du *Micraster*.

L'expansion méridionale des provinces fauniques, particulièrement au Coniacien et au Campanien peut donc refléter des périodes de refroidissement dans lesquelles des nappes d'eau plus froides auraient émigré du nord.

Problèmes dans la reconstruction de la distribution des Provinces Fauniques et dans leur Migration.

On connaît peu les faunes échinides dans les zones orogéniques alpines sauf dans les Pyrénées et les montagnes de Bakony. Il est donc difficile de délimiter à l'est les provinces fauniques précédemment décrites, les régions peu déformées de la Province Nord mises à part.

La tentative de reconstruction de la migration des provinces fauniques se heurte à un autre problème majeur : certaines régions présentent des Spatangues dans un nombre de niveaux limité. Ainsi, bien que la Serbie se trouve dans le Royaume Nord-Africain au Néocomien, je n'ai pas de témoignage qui me permette d'établir sa position dans la distribution des provinces du Crétacé supérieur. Réciproquement, on sait que l'Anatolie se trouvait dans le Royaume Européen au Crétacé supérieur mais on n'y signale aucun Spatangue du Crétacé inférieur.

Pour obtenir une succession de faunes on est obligé de se déplacer géographiquement le long du pendage des couches, à moins de travailler sur des coupes de falaises. Il est donc toujours possible de passer, chemin faisant, d'une province faunique à l'autre.

Source : MNHN, Paris

TROISIÈME PARTIE

LE GENRE *MICRASTER*

I. — DESCRIPTIONS SYSTÉMATIQUES

MICRASTER Agassiz 1836

Synonymes : *Spatangus* (*pars*), Leske 1778, p. 221.
Micraster (*pars*) Agassiz 1836, p. 184.
Spatangus, Bayle 1878.
Pycnaster Pomel 1883, p. 42.
Plesiaster Pomel 1883, p. 42.
Micraster (*Gibbaster*) Gauthier 1887, p. 237.
Micraster (*Isomicraster*) Lambert 1901, p. 959.
Mokotibaster Lambert 1933, p. 17.
Micraster (*Paramicraster*) Maczynska 1968, p. 154.

Espèce-type : Micraster coranguinum (Leske) 1778, désigné par Pomel 1883, p. 42.

Description générique : Il nous est difficile d'établir une diagnose succincte de ce genre à cause de ses nombreuses tendances morphologiques (voir chapitre II de cette partie).

Ce sont des Spatangues à thèque épaisse, habituellement cordiformes, au sillon antérieur de profondeur variable. La forme générale varie : elle peut être étroite et haute, large et plate, globeuse ou conique. Le système apical est ethmophracte. Pétales ambulacraires dont la profondeur et l'ornementation varient. Les pétales pairs montrent habituellement des pores allongés dans les rangées externes et des pores ronds dans les internes, les pores de chaque paire étant conjugués. Les pores les plus proches du système apical (habituellement 4-7 paires) sont tous ronds et séparés par un granule simple ou double. Les pores du pétale impair présentent habituellement ce dernier caractère sur toute sa longueur. Dans les espèces gibbeuses ainsi que dans les formes larges de la principale lignée *Micraster*, les pores du pétale impair deviennent semblables à ceux des pétales pairs. Le plastron est de type amphisternien. La plaque labrale peut être en contact avec l'une ou l'autre des plaques sternales, ou bien les deux, ou encore n'en toucher aucune. Le péristome est transversalement oval à une distance variable du bord antérieur. La thèque est ornée de tubercules et de granules miliaires. Sur la surface supérieure les tubercules sont plus petits et plus largement espacés que sur la surface inférieure. Le plastron est orné de tubercules étroitement serrés. Les zones périplastronales sont couvertes de granules miliaires et souvent montrent des tubercules. Les fascioles sont souvent présents surtout le fasciole sous-anal. Dans quelques représentants nord-africains et nord-américains un fasciole péripétale incomplet supplémentaire s'est développé.

Source : MNHN, Paris

Répartition stratigraphique : Du Turonien moyen jusqu'au Maestrichtien inférieur.

Distribution géographique : Amérique du nord et centrale (Texas, Mexique et Cuba), ? Groënland, Îles Britanniques, France, Belgique, Espagne, Suisse, Autriche, Allemagne, Suède, Danemark (Bornholm), Pologne, Hongrie, Ukraine, Caucase, Crimée, plateforme russe, Turquie, Koppeh Dagh, Afghanistan, Inde méridionale, Madagascar, Tunisie, Algérie et Maroc.

MICRASTER ANTIQUUS Cotteau 1887

Micraster antiquus Cotteau 1887, p. 642, pl. XVI, figs. 1-4.
Micraster antiquus, Lambert 1895, p. 227.

Spécimen-type : Individu de Sezenac (Ariège) de la Collection Roussel figuré par Cotteau 1887. Non examiné.

Diagnose : De taille moyenne ou grande, large en avant. Carène peu développée. Un peu comme *M. coranguinum* large, mais le péristome est beaucoup plus proche du bord, et les pores beaucoup plus nombreux. Sur un échantillon de 62 mm de longueur, il y a 43 paires de pores dans une rangée du pétale II. Pores du pétale impair arrondis et non conjugués. Fasciole sous-anal bien développé.

Distribution : Limité à la Province Pyrénéenne. Répartition stratigraphique incertaine. Sommet du Campanien inférieur à Arce.

Échantillons recueillis : 2, ainsi que beaucoup de formes intermédiaires entre *M. antiquus* et *M. aturicus*, du sommet du Campanien inférieur à Arce, près Aoiz.

MICRASTER ATURICUS Hébert (*in* Seunes) 1891
Pl. I, figs. 1-3.

Micraster cor-anguinum (*pars*), d'Orbigny 1853, p. 207.
Micraster aturicus Hébert 1880.
Micraster aturicus, Cotteau 1889, p. 7.
Micraster aturicus, Seunes 1891, p. 30, pl. IV, fig. 1, pl. V, fig. 1.
Micraster aturicus, Lambert 1895, p. 230.
Micraster aturicus, Lambert 1927, p. 48.

Spécimen-type : figuré par Seunes de la Zone à *Heteroceras polyplocum* de Tercis. Non examiné.

Diagnose : De taille variable, il peut atteindre 110 mm de long. Caractérisé par son profil latéral à forme subconique, à déclivature antérieure concave, à carène assez bien développée et à face postérieure concave. Péristome marginal, avec lèvre fortement saillante et visible d'en-dessus. Périprocte assez bas. Pétales pairs longs à pores nombreux ; sur un échantillon de 59 mm il y a 48 paires dans une rangée du pétale II. Dans la partie distale du pétale impair les pores des rangées externes sont allongés, mais les pores ne sont pas conjugués. Zones périplastronales à granules aussi grands que les tubercules du plastron. Fasciole sous-anal bien développé. Plaques 1a1 et 1a2 séparées par 1b1.

Distribution : Limité à la Province Pyrénéenne. Du sommet du Campanien inférieur, mais plus typique du Campanien supérieur. Nicklès (cité dans Lambert 1895) note l'espèce au Maestrichtien. Ermitage de Seira, Montesquiu, Arce (Espagne) ; Angoumé, Tercis (Landes).

Source : MNHN, Paris

Échantillons recueillis : 10 petits, ainsi que beaucoup de formes intermédiaires entre *M. aturicus* et *M. antiquus* du sommet du Campanien inférieur à Arce. 1 du Campanien inférieur et 3 du Campanien supérieur à Tercis.

MICRASTER BORCHARDI Hagenow 1853
Fig. 29 a.

?*Micraster Borchardi* Hagenow 1853.
Micraster leskii, Quenstedt 1874, pl. 88, figs. 3-5, ? 2 & 6.
Micraster (*Micraster*) *corbovis*, Ernst 1970, pl. 17, fig. 1.
Micraster (*Micraster*) *leskei*, Ernst 1970, pl. 17, fig. 2.

La nomenclature de cette espèce n'est pas encore confirmée. Nous utilisons le nom de *M. borchardi* par commodité.

Diagnose : De taille variable (40-75 mm de long). Les échantillons de grande taille ont un aspect renflé ressemblant à *M. corbovis* de la Zone à *H. planus* mais à thèque épaisse. Les individus plus petits se rapprochent beaucoup de *M. leskei* mais s'en distinguent par leur thèque mince. Apex plus excentrique en avant que chez *M. leskei* mais détails d'ornementation similaires. Périprocte situé entre 65 et 80 % de la hauteur totale.

Distribution : Limité à la Province Nord. En Allemagne aux Zones à *I. lamarcki* et *I. vancouverensis* et dans le Lincolnshire à la Zone à *H. planus*.

Échantillons recueillis : 23 de la Zone à *I. lamarcki* à Wüllen (Allemagne).

MICRASTER BREVIS Desor 1847
Fig. 29 b.

Micraster brevis (*pars*) Desor in Agassiz & Desor, 1847, p. 24.
Micraster cor-anguinum (*pars*), d'Orbigny 1853, p. 207, pl. 868, figs. 1 & 2.
Micraster brevis, Leymerie & Cotteau 1856, p. 346.
Micraster brevis, Desor 1858, p. 364.
Micraster cortestudinarium, Cotteau 1863, p. 55.
Micraster cor-testudinarium var. *brevis* (pars), Cotteau & Triger 1869, p. 320, ? pl. LIV.
Micraster brevis, Quenstedt 1874, p. 655, pl. 88, fig. 18.
Micraster brevis (pars), Peron 1877, p. 523.
Spatangus brevis, Bayle 1878, pl. 156, figs. 5 & 6.
Micraster brevis, Wright 1881-82, p. 339, pl. 75, fig. 3 a-g.
Micraster brevis, Cotteau 1887, p. 660.
Micraster brevis, Cotteau 1889, p. 3.
Micraster corbaricus Lambert 1895, p. 237.
Micraster corbaricus, Lambert 1902, p. 22.
Micraster corbaricus, Lambert 1910, p. 814.
Micraster corbaricus, Lambert 1920, p. 3.
Micraster corbaricus, Lambert 1927, p. 46.
Micraster corbaricus, Lambert & Jeannet 1928, p. 189.
?*Micraster* (*Gibbaster*) *fastigatas*, Szörenyi 1955, p. 256, pl. 21, figs. 15-19.

Source : MNHN, Paris

Spécimen-type : Échantillon représenté par un moule (R69) de la Collection Agassiz et Desor; Craie à Hippurites des Corbières.

Lambert (1895) prétend que ce nom doit être limité à la forme westphalienne, ce qui est indéfendable. Desor lui-même (1858) ne donne que des localités pyrénéennes, le Périgord mis à part. Quenstedt, Bayle et Wright figurent comme *M. brevis* des individus des Corbières. Cotteau (1889) dit que « le type se trouve dans la craie à Hippurites des Corbières ».

Diagnose : De taille moyenne (45-60 mm de long) et de forme globeuse à face inférieure un peu convexe. Péristome petit, habituellement à environ un cinquième de la longueur totale du bord, mais quelquefois à un huitième; lèvre légèrement saillante. Périprocte situé à environ 60 % de la hauteur totale. Pétales pairs larges, presque superficiels, à pores nombreux (44 paires dans une rangée du pétale II sur un individu de 51,5 mm). Pores du pétale impair allongés dans les rangées externes de la partie distale. Zones périplastronales postérieurement granuleuses mais à tubercules comme ceux du plastron dans la partie antérieure chez les individus évolués.

Distribution : Coniacien supérieur et Santonien inférieur de la Province Pyrénéenne, Aude, Ariège, Santander, Aragon, Alava, Navaronne, région de Tremp, bassin du Beausset, Afrique du Nord, ? Bakony.

Échantillons recueillis : 9 de Contrasta, 77 de San Vicente, 6 de Saint-Martin, 4 de Larraona (Alava-Navaronne); 41 de Pobla de Segur (région de Tremp); 10 de Sougraigne (Aude).

MICRASTER BRONGNIARTI Hébert 1856

Fig. 29 c, Pl. I, figs. 4-8.

Spatangus coranguinum, Brongniart & Cuvier 1822, p. 388, pl. IV, fig. 11.
Micraster cor-anguinum (*pars*), d'Orbigny 1853, p. 207.
Micraster Brongniarti Hébert 1856, pl. 29, fig. 14.
Micraster Brongniarti, Desor 1858, p. 365.
Micraster Brongniarti (*pars*), Lambert 1895, p. 199.

Spécimen-type : figuré par Hébert; Craie de Meudon (Zone P de Lambert).

Diagnose : Taille moyenne, 53 mm de long environ, forme étroite et haute. Face antérieure fortement déclivée. Échancrure antérieure profonde. Péristome presque marginal, recouvert par un labrum saillant. Haut périprocte. Zones interporifères des pétales pairs fortement suturées, renflées, sub-divisées ou divisées. Pétales postérieurs presque aussi longs que les antérieurs (11,8 et 13,9 mm respectivement sur un individu de 53,4 mm). Zones périplastronales granuleuses avec quelques tubercules. Fasciole sous-anal bien distinct. Plaques 1a1 et 1a2 très détachées.

Distribution : Campanien supérieur de la région parisienne (Meudon et Issy-les-Moulineaux); Zone P selon Lambert 1895.

MICRASTER BUCAILLEI Parent 1892

Micraster Bucailli Parent 1892, p. 15, pl. I, figs. 1 a-c.
Micraster Bucaillei, Lambert 1895, p. 234.
?Micraster cor testudinarium, Wollemann 1902, p. 31.
Micraster praecursor, Wright & Wright 1942, p. 119.
Micraster cortestudinarium, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 280, text-fig. 93, pl. XIX, fig. 2, pl. XX, fig. 1.

Source : MNHN, Paris

Spécimen-type : individu figuré par Parent ; craie à *I. involutus* d'Ennequin, près Lille. Non examiné.

Diagnose : Taille moyenne (45-60 mm de long), étroit, caractérisé par son profil qui montre la face supérieure assez horizontale en arrière de l'apex, face antérieure fortement déclivée, face postérieure obliquement rentrante. Péristome peu éloigné du sillon antérieur, recouvert par un labrum saillant. Periprocte situé assez haut (64 % de hauteur totale). Zones interporifères des pétales pairs renflées ou subdivisées.

Distribution : Typique de la Province Nord. Partie supérieure de la Zone à *I. vancouverensis* jusqu'au sommet du Turonien en Allemagne. Coniacien dans le Yorkshire et à Lille. Aussi connu en Crimée, au Caucase, ? et en Ukraine.

Échantillons recueillis : 15 de la Zone à « *M. cortestudinarium* » de Little Weighton, Yorkshire ; 1 de Kleine Flöthe et des fragments de Dorstadt, Zone à *I. vancouverensis*.

MICRASTER CORANGUINUM (Leske) 1778
Fig. 29 d, Pl. II, figs. 1-3.

Encephaloides Plott 1676, p. 92, pl. 2, fig. 11, pl. 7, fig. 9.
Echinus praeter radios Lister 1678, p. 224, pl. 7, fig. 28.
Echinites cordatus vulgaris Luidii 1699, p. 47, pl. 12, fig. 964.
Spatangus Cor Anguinum (α) *Anglicum* Klein 1734. Dans l'édition française de 1754, p. 100, pl. XII, fig. E.
Spatangus Cor Anguinum (β) *Norvagicum* (*pars*) Klein 1734. Dans l'édition française de 1754, p. 102, pl. XII, fig. C, D.
Spatangus Cor Anguinum Var. a *Anglicum* Leske 1778, p. 221, pl. XXIII, fig. C, D.
Spatangus Cor Anguinum Var. 3 *Norvagicum* Leske 1778, p. 225, pl. XXIII, fig. A, B.
Spatangus Cor Anguinum Bruguières 1791, pl. 155, figs. 4, 5, ? 6.
Spatangus cormaricum Parkinson 1811, vol. III, p. 28, pl. III, fig. 11.
Spatangus cor anguinum (pars), Lamarck 1816, p. 32.
Spatangus punctatus Lamarck 1816, p. 32.
Micraster Cor-anguinum, Agassiz 1836, p. 184.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Agassiz & Desor 1847, p. 23.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Forbes 1850, pl. 10, figs. 1-7.
Micraster cor-anguinum (pars), d'Orbigny 1853, p. 207.
Micraster cor-anguinum (pars), Desor 1858, p. 364.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Cotteau & Triger 1869, p. 326, pl. LV, figs. 5-10.
Micraster cor anguinum, Loven 1875, pl. 33.
Micraster coranguinum, Cotteau 1878, p. 501, pl. 83, figs. 4, 5.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Wright 1878, p. 271, pl. LXII.
Micraster cor anguinum, Cauthier 1887, p. 232.
Micraster coranguinum (*pars*), Lambert 1895, p. 163.
Micraster cor-anguinum, Rowe 1899, p. 538.
Micraster coranguinum, Lambert 1901, p. 961.
Micraster cor anguinum (*pars*), Wolleman 1902, p. 31.
Micraster coranguinum, Valette 1907, p. 138.
Micraster coranguinum, Lambert 1911, p. 7.
Micraster coranguinum, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 281, text-fig. 94, pl. XX, fig. 2.
Micraster coranguinum, Pasternak et al. 1968, p. 221, text-fig. 49, pl. L, figs. 1-4.

Source : MNHN, Paris

Spécimen-type : figuré par Klein comme forme *Anglicum*. Les types de Klein sont perdus. Traditionnellement le type provient des carrières de Cravesend, Kent (Lambert 1895).

Diagnose : De taille moyenne ou grande (50-70 mm de long, quelquefois jusqu'à 90 mm). Forme variable tantôt étroite et haute, tantôt large et aplatie avec tous les intermédiaires possible. Échancrure antérieure assez profonde. Péristome à un huitième environ de la longueur totale du bord, recouvert par une lèvre saillante. Périprocte situé à 66 % environ de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs divisées d'habitude, quelquefois subdivisées. Zones périplastronales granuleuses.

Distribution : Santonien du bassin anglo-parisien. Du Coniacien au Santonien moyen d'Allemagne. Allemagne, Belgique, Ukraine, bassin de Donetz, Caucase, Crimée, Angleterre, bassin parisien, Santander. Typique des Provinces Anglo-Parisienne et Nord.

Échantillons recueillis : de la Zone à *M. coranguinum* : 9 de Purfleet (Essex), 6 de Coulsden, 7 de Margate, 1 de Cliffe (Kent), 3 de Pourville (Seine-Maritime) ; de la Zone à *Uintacrinus* : 6 de Margate (Kent), 5 des Osmeaux (près de Dreux), 2 de Sotteville, 4 de Sainte-Marguerite (Seine-Maritime).

MICRASTER CORANGUINUM ROSTRATUS (Mantell) 1822
Fig. 29 e, Pl. II, figs. 4-7.

Spatangus rostratus Mantell 1822, p. 192, pl. 17, figs. 10 & 17.
Micraster rostratus, Bucaille 1883, p. 34, pl. 8.
Micraster rostratus, Lambert 1895, p. 173.
Micraster rostratus, Valette 1907, p. 180.

Spécimen-type : E 8662 British Museum (Natural History) ; craie près de Brighton, figuré par Mantell.

Diagnose : Taille moyenne ou grande (50-70 mm de long). Caractérisé par sa forme élevée et sa face supérieure fortement déclivée en arrière et saillante au-dessus du bas périprocte, formant ainsi un rostre. Un double talon sous-anal bien développé entouré par le fasciole. Pores des pétales pairs plus nombreux que chez *M. coranguinum coranguinum* ; on compte 37 dans une rangée du pétale II sur un échantillon de 51,8 mm. Pores du pétale impair allongés dans les rangées externes de la partie distale.

Distribution : Limité à la Zone à *Marsupites* du bassin Anglo-Parisien.

MICRASTER CORANGUINUM SIMPSONI n. subsp.
Fig. 29 f, Pl. III, figs. 1-5.

Spécimen-type : S54 de la Collection R. Simpson. Niveau à *Echinocorys scutata* var. *tectiformis* de Saltdean, Sussex.

Diagnose : Taille moyenne, à environ 50 mm de long. Thèque assez mince et souvent un peu écrasée. Caractérisé par son échancrure antérieure peu profonde et son profil à face supérieure légèrement déclivée en arrière, et à périprocte assez bas. Péristome proche du bord et recouvert par une lèvre arrondie. Plaque labrale longue et étroite. Zones interporifères des pétales pairs fortement renflées ou subdivisées.

Distribution : Zones à *Marsupites* et *O. pilula* de l'Angleterre méridionale (Kent et Sussex).

Source : MNHN, Paris

Échantillons recueillis : 1 du niveau à *E. scutata* var. *elevata* (Zone à *Marsupites*) de Margate, Kent ; 1 de Newhaven et 8 de Saltdean (Zone à *O. pilula*), Sussex.

MICRASTER CORAVIUM Poslavskaia 1959
Fig. 29 g, Pl. III, figs. 9, 10.

Micraster coravium Poslavskaia *in* Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 283, text-fig. 97, pl. 22, figs. 1 & 2.
Non *Ananchytes coravium* Grateloup 1836 = *M. corcolumbarium.*

Spécimen-type : figuré par Moskvin & Poslavskaia pl. 22, fig. 1 ; partie supérieure du Campanien inférieur ; endroit exact non mentionné.

Diagnose : De petite taille (38 mm de long environ). Caractérisé par son profil sub-gibbeux. Péristome marginal, recouvert par un labrum fortement saillant et visible d'en-dessus. Plaque labrale longue et étroite. Périprocte situé à 56 % environ de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs sub-divisées. Zones périplastronales granuleuses avec quelques tubercules très espacés. Fasciole sous-anal bien développé. Plaques la1 et la2 très détachées.

Distribution : Partie supérieure du Campanien inférieur ; Caucase et Crimée.

MICRASTER CORBOVIS Forbes 1850

Micraster cor-bovis Forbes *in* Dixon 1850, p. 342, pl. 24, figs. 3 & 4.
Micraster Cor-bovis, Desor 1858, p. 367.
Micraster cor-bovis, Wright 1878, p. 276, pl. 62 A, figs. 1, 2 a-d.
Micraster corbovis (*pars*), Lambert 1901, p. 962.
Micraster corbovis (*pars*), Lambert 1895, p. 194.
Micraster Leskei, Kongiel 1936, p. 6, pl. II, fig. 5 a-b.
Micraster subglobosus Poslavskaia *in* Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 280, text-fig. 92, pl. XIX, fig. 1.
« *Micraster* » *corbovis*, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 286, text-fig. 102, pl. XXIV, fig. 1.
Micraster corbovis, Cayeux 1967, p. 39, pl. 4, fig. 13.
Micraster corbovis, Pasternak et al. 1968, p. 217, text-fig. 46, pl. 48, figs. 4-6.

Spécimen-type : E 30156 British Museum (Natural History) Collection Dixon. Figuré par Forbes *in* Dixon ; Sussex.

Diagnose : Forme de la Zone à H. planus représentée par le spécimen-type. De grande taille (jusqu'à 80 mm de long) et renflée. Caractérisé par sa thèque mince. Péristome éloigné du bord et entouré d'un bourrelet lisse. Pétales pairs courts et excavés, zones interporifères lisses comme les zones périplastronales.

Forme de la Zone à T. lata plus petite (jusqu'à 35 mm de long) que celle de la Zone à *H. planus.* Se rétrécit nettement vers l'arrière, et se caractérise par sa face supérieure bien déclivée en arrière. Les détails d'ornementation sont semblables à ceux de la forme de la Zone à *H. planus.* La forme de la Zone à *T. lata* arrive jusqu'au Chalk Rock.

Distribution : Bassin anglo-parisien. Des formes semblables se trouvent dans la Province Nord. Les diagnoses ci-dessus sont basées sur des échantillons du bassin anglo-parisien.

Échantillons recueillis : 1 de Senneville (Seine-Maritime) forme de la Zone à *T. lata.*

Source : MNHN, Paris

MICRASTER CORCOLUMBARIUM Desor 1858
Pl. III, figs. 6-8.

Ananchytes coravium Grateloup 1836, p. 167, pl. II, fig. 12.
Micraster cor-anguinum (*pars*), d'Orbigny 1853, p. 207.
Micraster Cor-columbarium Desor 1858, p. 365.
Micraster sub-carinatus Cotteau 1863, p. 57.
Micraster corcolumbarium, Seunes 1888, p. 792, pl. XXX, fig. 4 a-c.
Micraster cor columbarium, Cotteau 1889, p. 4.
Micraster corcolumbarium, Lambert 1895, p. 202.
Micraster corcolumbarium, Lambert 1927, p. 47, pl. III, figs. 17 & 18.

Syntypes : Échantillons du Campanien de Tercis au Musée de Zurich signalés par Desor. Non examinés.

Néotype : Individu de Montesquiu (Coll. Lambert) figuré par Lambert 1927.

Diagnose : Espèce petite, d'environ 35 mm de long, souvent bilatéralement asymétrique. Péristome proche du bord, à environ un huitième de la longueur totale, et recouvert par une lèvre arrondie. Plaque labrale longue et étroite. Pétales pairs excavés, à pores peu nombreux, le néotype de 31,7 mm ayant 22 paires dans une rangée du pétale II. Pores du pétale impair arrondis et non conjugués. Un individu de Tercis (Coll. Cotteau) montre les plaques 1a1 et 1a2 séparées par 1b1.

Distribution : Limité au Campanien supérieur de la Province Pyrénéenne. Tercis et Montesquiu.
Échantillons recueillis : 1 de Tercis.

MICRASTER CORTESTUDINARIUM Goldfuss 1826
Fig. 29 h.

Spatangus gibbus, Goldfuss 1826, p. 146, pl. 48, fig. 4 a-c.
Spatangus cor testudinarium Goldfuss 1826, p. 146, pl. 48, fig. 5 a-c, e.
Spatangus Cor anguinum (*pars*), Goldfuss 1826, p. 147.
Epiaster brevis, Schlüter 1869, p. 240, pl. 2, figs. 2, 2 a-c.
Micraster cortestudinarium (*pars*), Wright 1878, p. 335, pl. 76, fig. 1 a-f.
Epiaster schlueteri Coquand 1880, p. 275.
Micraster cortestudinarium, Lambert 1895, p. 174.
Spatangus gibbus, Lambert 1895, p. 176.
Micraster brevis, Lambert 1895, p. 182.
Epiaster brevis, Arnold 1964 a, p. 492.
Micraster (*Gibbaster*) *brevis*, Ernst 1970, pl. 18, fig. 1-2.

Spécimen-type : figuré par Goldfuss figures 5 a-c. Selon Schlüter cet échantillon provient de Quedlinburg. Non examiné.

Diagnose : De taille moyenne et grande (longueur typique 50-65 mm). Caractérisé par sa forme gibbeuse très convexe. Péristome éloigné du sillon antérieur (un sixième de longueur totale), et recouvert par le labrum. Périprocte situé à peu près à 55 % de la hauteur totale. Zones interporifères des

Source : MNHN, Paris

pétales pairs renflées ou subdivisées. Pétale impair semblable aux autres avec pores conjugués. Zones périplastronales finement granuleuses à tubercules nombreux. Fasciole sous-anal habituellement absent.

Distribution : Turonien supérieur allemand. Abondant le long des bords est et sud du bassin de Münster. Une variété distincte se trouve à Salder bei Saltzgitter. Connu aussi à Weddingen, près Hannover (Wright 1878). Wolleman (1902) rapporte qu'on le trouve près de Luneburg (son *M. brevis*), fait non confirmé.

Échantillons recueillis : 69 d'Erwitte, 16 de Paderborn, 2 de Schlangen, 6 de Kohlstadt; 9, plus de nombreux fragments de la variété distincte de Salder bei Saltzgitter.

MICRASTER DECIPIENS (Bayle) 1878

Micraster cor-testudinarium, Agassiz 1840, p. 2.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Agassiz & Desor 1847, p. 23.
Micraster cor-anguinum var. lata Agassiz & Desor 1847, p. 23.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Forbes 1850, pl. 10, fig. 10.
Micraster cor-anguinum (*pars*), d'Orbigny 1853, p. 207.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Desor 1858, p. 364.
Micraster cortestudinarium (*pars*), Cotteau 1878, p. 478.
Micraster cor-testudinarium (*pars*), Wright 1878, p. 335, pl. 76, fig. 2 a-e.
Spatangus decipiens Bayle 1878, pl. 156, figs. 1, 2.
Micraster decipiens, Lambert 1895, p. 217 (*pars*).
Micraster decipiens (*pars*), Valette 1907, p. 179.
Micraster decipiens, Cayeux 1967, p. 30, pl. II, fig. 7, 7 B, pl. III, fig. 7 C.

Spécimen-type : figuré par Bayle; Craie blanche de Fécamp. Non examiné.

Diagnose : De taille moyenne ou grande (50-70 mm de long) assez renflée avec ambitus très arrondi. De profil, la face supérieure est un arc régulier. Péristome assez éloigné du bord, à un peu moins d'un cinquième de la longueur totale, et à moitié recouvert par le labrum. Périprocte assez bas. Zones interporifères des pétales pairs habituellement subdivisées.

La diagnose ci-dessus décrit la forme typique de Bayle qui caractérise la partie supérieure de la Zone à *M. decipiens*. Les formes de la partie inférieure de cette zone et celles de la Zone à *M. normanniae* ont tendance à être plus étroites.

Distribution : Limité aux Zones à *M. normanniae* et *M. decipiens* de la Province Anglo-Parisienne qui s'étend au S.-E. de la France et à Santander.

Échantillons recueillis : 3 de Loos (près Lille), 1 de Rosoy (Yonne), 10 de Senneville, 3 de Yport, 4 de Fécamp (Seine-Maritime), 3 de Dieppe, 4 de Chalk Pit Inn (Sussex), 4 de Charnage (Wiltshire), 25 de Dovres (Kent).

MICRASTER DOUVILLEI Lambert, 1920
Fig. 29 i, Pl. IV, figs. 1-5.

Micraster Douvillei Lambert 1920, p. 8.
Micraster coranguinum (*pars*), Lambert 1920, p. 7.
Micraster Douvillei, Lambert 1922, p. 20, pl. II, figs. 1-2.

Source : MNHN, Paris

Spécimen-type : de Santa Marina, Santander, figuré par Lambert 1922. Collection Lambert ex-Mengaud.

Diagnose : De taille moyenne (50-60 mm de long), large et un peu déprimé. Péristome proche du bord antérieur, probablement recouvert par une lèvre saillante (cassée sur tous les échantillons examinés). Périprocte situé assez haut : 58-64 % de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs renflées ou subdivisées avec pores nombreux. Sur un individu de 57,9 mm il y a 44 paires dans une rangée du pétale II. Pores du pétale impair allongés dans les rangées externes mais pas conjugués. Zones périplastronales granuleuses avec quelques tubercules.

Distribution : N'est connu que de Santander. Peut-être plus récent que le Santonien.

MICRASTER FASTIGATUS Gauthier 1887
Fig. 29 j, Pl. IV, figs. 7-9, Pl. V, figs. 1, 2.

Micraster cordatus Agassiz 1840, p. 2.
Micraster cordatus, Agassiz & Desor 1847, p. 23.
Micraster gibbus, Desor 1858, p. 365.
Micraster fastigatus Gauthier 1887, p. 237, pl. VI, figs. 1-5.
Micraster gibbus, Stolley 1892, p. 260, pl. IX, fig. 2 (profil intérieur).
Micraster fastigatus, Lambert 1895, p. 227.
Gibbaster gibbus, Lambert & Jeannet 1928, p. 165.
Isomicraster gibbus, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 286, text-fig. 101, pl. XXIII, fig. 2.
Micraster (*Gibbaster*) *gibbus*, Maczynska 1968, p. 132, text-fig. XI, fig. 1-3, text-pl. XII, 1-6, pl. XIV, 1a-2d, pl. XV, 1a-e.
Micraster (*Gibbaster*) *belgicus*, Maczynska 1968, p. 136, text-pl. XII, 7-9, text-pl. XIII, 1 & 2, pl. XV, 2a-b, pl. XVI, 1a-2e.
Micraster (*Gibbaster*) *fastigatus*, Maczynska 1968, p. 138, text-pl. XIII, 3 & 4, text-pl. XIV, 1-8, text-pl. XV, 1-5, pl. XVII, 1a-2c, pl. XVIII, 1a-3b, pl. XIX, 1a-2.
Micraster (*Gibbaster*) *gibbus*, Ernst 1970, pl. 18, fig. 5.

Spécimen-type : de la Collection Peron ; figuré par Gauthier 1887 ; craie à *B. quadrata* inférieure d'Épernay.

Diagnose : Espèce gibbeuse, taille variable (jusqu'à environ 60 mm de long). Se rapproche du *M. stolleyi*, mais s'en distingue par sa face supérieure plus convexe et son périprocte plus haut (35-55 % de la hauteur totale). Zones interporifères des pétales pairs suturées, renflées ou subdivisées. Pétale impair semblable aux autres. Plaques 1a1 et 1a2 souvent très détachées. Fasciole sous-anal présent, mais souvent incomplet ou diffus.

Distribution : Limité à la Province Nord. En Allemagne, il apparaît d'abord dans la Zone à *I. lingua* et *G. quadrata*. À cause de la difficulté à distinguer les formes évoluées de cette espèce avec les premiers *M. stolleyi*, on limite arbitrairement le nom *M. fastigatus* aux formes du Campanien inférieur. Norfolk, Allemagne (sauf bassin de Münster), Pologne, Caucase, Crimée, Koppeh Dagh, S.-E. du bassin parisien.

Échantillons recueillis : 22 sommet du Campanien inférieur de Höver près de Hanovre, 2 de Zerwana (Pologne).

Source : MNHN, Paris

MICRASTER GIBBUS (Lamarck) 1816
Fig. 29 k, Pl. V, figs. 3-7.

Anonyme Bruguières 1791, pl. 156, figs. 4-6.
Spatangus gibbus Lamarck 1816, p. 33.
Micraster arenatus Agassiz 1840, p. 2.
Micraster cor-anguinum var. *major* Agassiz & Desor 1847, p. 23.
Micraster gibbus, Forbes *in* Dixon 1850, p. 342, pl. 24, figs. 5 & 6.
Micraster cor-anguinum (*pars*), Forbes 1850, pl. 10, fig. 12.
Micraster Cor-anguinum var. géante, Desor 1858, p. 364.
Epiaster gibbus (*pars*), Wright 1878, p. 267.
Epiaster gibbus (*pars*), Cotteau 1878, p. 492, pl. 82, fig. 4.
?*Epiaster anglicus* Coquand 1880, p. 282.
Micraster gibbus (*pars*), Cauthier 1887, p. 235.
Micraster senonensis (*pars*) Lambert 1895, p. 239.
Micraster anceps Lambert 1895, p. 245.
Micraster Fortini Lambert 1896, p. 328, pl. XII, figs. 6 & 7.
Micraster (*Isomicraster*) *senonensis*, Valette 1907, p. 133.
Micraster Cayeuxi, Valette 1907, p. 181.
Micraster anceps, Valette 1907, p. 182.
Isomicraster senonensis, Lambert & Jeannet 1928, pp. 139 & 189.
Micraster (*Isomicraster*) *senonensis*, Kermack 1954, pls. 24-26, figs. 13, 15, 17.

Spécimen-type : figuré par Bruguières ; provenance et niveau inconnus. Probablement du Santonien du bassin anglo-parisien. Non examiné.

Diagnose : Taille moyenne ou grande (habituellement 45-64 mm de long) à thèque un peu mince. Caractérisé par sa forme conique. Péristome en position variable, quelquefois presque marginal, normalement à un huitième de la longueur totale du bord. Périprocte situé à 50 % environ de la hauteur totale. Pétales pairs avec pores plus nombreux que *M. coranguinum*, on en compte 34 paires dans une rangée du pétale II sur un échantillon de 53,8 mm. Zones interporifères habituellement subdivisées. Pétale impair semblable aux autres. Fasciole sous-anal souvent absent, quelquefois bien développé sur les petits échantillons.

Distribution : Limité à la Province Anglo-Parisienne. Dans la région de l'Yonne, Zones C à I de Lambert. Dans le N.-O. du bassin parisien et en Angleterre méridionale il est très rare dans le Coniacien et plutôt typique de la zone à *M. coranguinum*. L'échantillon représenté par le moule x88 de la Collection Agassiz & Desor provient de l'Angleterre et non pas de Nice comme le disent Lambert & Jeannet 1928.

Échantillons recueillis : de la Zone à *M. coranguinum*, 1 de Coulsden (Kent) et 1 de Pourville (Seine-Maritime).

MICRASTER GLYPHUS Schlüter 1869
Fig. 29 l.

Spatangus Cor-testudinarium (*pars*) Goldfuss 1826, p. 146.
Spatangus Cor-anguinum (*pars*), Goldfuss 1826, p. 147.
Micraster glyphus Schlüter 1869, p. 235, pl. 1, fig. 2, 2 a & b.

Source : MNHN, Paris

Micraster glyphus, Cotteau 1874, p. 656, pl. XX, figs. 6-10.
Micraster glyphus, Cotteau 1878, p. 505, pl. 84, figs. 1-4.
Micraster Brongniarti, Cotteau 1878, p. 507, pl. 85, figs. 5, 6.
Micraster glyphus, Cauthier 1887, p. 233, pl. 6, figs. 6, 7.
Micraster marginalis Arnaud 1888, p. 9.
Micraster glyphus, Stolley 1891, p. 255, pl. 8, fig. 2 a-c.
Micraster Gottschei Stolley 1891, p. 258, pl. 8, fig. 4 a-f.
Micraster Brongniarti var. *pseudoglyphus* de Crossouvre *in* Lambert 1895, p. 199.
Micraster Brongniarti var. *marginalis*, Lambert 1895, p. 200.
Micraster glyphus, Lambert 1895, p. 209.
Micraster Schloenbachi Desor MS *in* Lambert 1895, p. 210.
Micraster marginalis, Lambert 1895, p. 228.
Micraster glyphus, Lambert 1901, p. 965.
Micraster glyphus, Wolleman 1902, p. 32, pl. VII, fig. 4 a-e.
Micraster Schroderi (*pars*), Valette 1907, p. 140.
Micraster brongniarti, Valette 1907, p. 141.
Micraster glyphus (*pars*), Ciers 1964, p. 227.
Micraster (*Micraster*) *coranguinum*, Maczynska 1968, p. 108, text-pl. II, 1-3, text-pl. III, 1-4, pl. III, figs. 1-3.
Micraster (*Micraster*) *glyphus*, Maczynska 1968, p. 118, text-pl. VI, 4-7, text-pl. VII, 1-8, pl. VIII, 1a-3c, pl. IX, 1a-5, pl. X, 1a-d.
Micraster (*Micraster*) *brongniarti*, Maczynska 1968, p. 124, text-pl. VIII, text-pl. IX, 1-6, pl. XI, 1a-5e, pl. XII, 2a-4.
Micraster (*Micraster*) *bibicensis* Maczynska 1968, p. 129, text-pl. X, 1-4, pl. XIII, 1a-4.
Micraster (*Paramicraster*) *cracovieasis* Maczynska 1968, p. 155, text-pl. XXI, 1-4, pl. XXIV, 1a-e, pl. XXV, 1a-d.
Micraster (*Paramicraster*) *latior* Maczynska 1968, p. 158, text-pl. XXII, I & 2, pl. XXVI, 1a-e, pl. XXVII, 1a-f, pl. XXVIII, 1a-b.
Micraster (*Paramicraster*) sp. Maczynska 1968, p. 160, text-pl. XXII, 3-6, pl. XXVIII, 2a-c.
Micraster (*Micraster*) *glyphus*, Ernst 1970, pl. 17, fig. 4.

Spécimen-type : figuré par Schlüter ; marnes à *B. mucronata* de Coesfeld. Schlüter Collection, Bonn.

Diagnose : De taille moyenne et grande (55-100 mm de long). Typiquement large et déprimé avec ambitus polygonal, surtout dans les grands échantillons. Échancrure antérieure profonde. Péristome très proche du bord, recouvert par le labrum fortement saillant. Périprocte situé à 55-60 % de la hauteur totale. Pétales pairs postérieurs souvent courbés. Zones interporifères des pétales pairs suturées, renflées ou subdivisées. Pores distaux du pétale impair conjugués et allongés dans les rangées externes. Zones périplastronales à gros granules. Large fasciole sous-anal.

Distribution : Limité à la Province Nord. En Allemagne se répartit de la Zone à *G. senonensis* du Campanien inférieur à la sous-Zone supérieure à *G. vulgaris* du Campanien supérieur. Irlande du Nord, Norfolk, Belgique, Allemagne, Suède, Pologne, S.-E. du bassin parisien, Aquitaine. L'échantillon unique de *M. gosaviensis* Lambert, du Cosau Formation, Autriche, (coll. Lambert), est vraisemblablement un *M. glyphus*.

Échantillons recueillis : 12 de Poskwitow, 1 de Jezowka, 16 de Wiktorowice (Pologne), 1 de Höver (près de Hanovre), 1 d'Harmignies (Belgique).

Source : MNHN, Paris

MICRASTER GOSSELETI Cayeux 1890
Fig. 29 m, Pl. VI, figs. 1-3.

Micraster Gosseleti Cayeux 1890, p. 180, pl. IV, fig. 1 a-f.
Micraster Gauthieri Parent 1892, p. 10, pl. II, fig. 1 a-c.
Micraster Cayeusi Parent 1892, p. 13, pl. II, fig. 2 a-c.
Micraster Gosseleti (*pars*), Lambert 1895, p. 229.
Micraster Cayeuxi (*pars*), Lambert 1895, p. 232.

Spécimen-type : figuré par Cayeux de « l'assise à *Micraster cor-testudinarium* » de Ronchin ou d'Ennequin, près Lille. Non examiné.

Diagnose : De taille moyenne (54-66 mm de long), et de forme très renflée, presque globulaire. Péristome à environ un cinquième de la longueur totale du bord. Périprocte situé à environ 53% de la hauteur totale. Caractérisé par ses pétales pairs longs et aux pores nombreux : 38 paires dans une rangée du pétale II sur un individu de 50 mm. Zones interporifères des pétales pairs renflées ou subdivisées. Partie distale du pétale impair à pores conjugués. Fasciole sous-anal incomplètement développé.

Distribution : Partie haute de la Zone à *M. decipiens* de la région de Lille, Lumbres, et Coquelles, près Calais.

MICRASTER GOURDONI Cotteau 1889

Micraster Gourdoni Cotteau 1889, p. 5, pl. I, figs. 1 & 2.
Micraster Gourdoni, Lambert 1895, p. 229.
Isomicraster Dallonii Lambert 1910, p. 814, pl. XV, figs. 13 et 14.
Gibbaster Gourdoni, Lambert 1927, p. 48.
Isomicraster Dallonii, Lambert 1927, p. 48.

Spécimen-type : Individu de Collection Courdon figuré par Cotteau 1889, du Sénonien supérieur de Villacarli (Aragon). Non examiné.

Diagnose : D'assez grande taille (64-84 mm de long) et de forme conique, mais moins fortement déclivé en arrière qu'ailleurs. Face orale plate mais concave dans la partie antérieure. Péristome proche du bord avec lèvre fortement saillante. Périprocte très bas. Pétale impair semblable aux autres. Pétales longs à pores nombreux. Cotteau (1889) a cité les nombres suivants de pores, probablement pour le spécimen-type : I 45-47, II 59-60, III 38-40. Le spécimen-type de *M. dallonii*, de 64 mm, en a 43 paires dans une rangée du pétale II. Zones périplastronales à granules aussi grands que les tubercules du plastron. Fasciole sous-anal présent ou absent.

Distribution : Apparemment limité au Campanien supérieur de la région de Montsech (Aragon, Espagne).

MICRASTER GRIMMENSIS Nietsch 1921
Fig 29 n, Pl. VI, figs. 4-8.

Micraster grimmensis Nietsch 1921, p. 20, pl. 10, figs. 8 & 9.
Micraster grimmensis, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 284, text-fig. 99, pl. 22, fig. 4.

Source : MNHN, Paris

Spécimen-type : figuré par Nietsch; Campanien supérieur de Grimme, près Locknitz. Non examiné.

Diagnose : Petite espèce (30-35 mm de long). Les plaques de la thèque ont une tendance à faire saillie. Profil légèrement gibbeux. Péristome marginal, recouvert par une lèvre fortement saillante et visible d'en-dessus. Périprocte bas. Zones interporifères des pétales pairs suturées ou renflées. Pores des rangées externes du pétale impair allongés. Plaque labrale séparée des plaques sternales par les ambulacres postérieurs. Vu de dessus, il ressemble beaucoup au *M. glyphus* de petite taille dont il descend probablement.

Distribution : Partie supérieure du Campanien supérieur (Koppeh Dagh, Caucase, Poméranie, Schleswig Holstein et Norfolk selon M. Ernst).

MICRASTER HEBERTI de Lacvivier 1877
Fig. 29 o, Pl. VI, fig. 9, Pl. VII, figs. 1-4.

Micraster Heberti de Lacvivier 1877, p. 538, pl. VIII, figs. 1-4.
Micraster Heberti, Cotteau 1887, p. 660.
Micraster Heberti, Lambert 1895, p. 212.
Micraster Larteti Munier-Chalmas *in* Lambert 1895, p. 242.
Micraster Larteti, Lambert 1920, p. 4.
Micraster proclivis Lambert 1920, p. 6.
Gibbaster Heberti, Lambert 1920, p. 15.
Micraster Larteti, Lambert 1922, p. 17, pl. II, figs. 3-4.
Micraster proclivis, Lambert 1922, p. 19, pl. II, figs. 5-6.
Micraster Larteti, Lambert 1927, p. 46.

Spécimen-type : Figuré par de Lacvivier de Bastié, Foix (Ariège). Non examiné.

Diagnose : De taille moyenne ou grande (50-60 mm de long) et de forme globeuse. Péristome proche du bord (à environ un huitième de la longueur totale) et recouvert par une lèvre fortement saillante. Périprocte situé à 55-65 % de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs renflées ou subdivisées. Dans la partie distale du pétale impair pores semblables à ceux des pétales pairs. Zones périplastronales à gros granules, souvent à tubercules nombreux. Fasciole sous-anal étroit, quelquefois limité au plastron.

Distribution : Limité à la Province Pyrénéenne. Répartition stratigraphique incertaine, probablement Santonien supérieur ou Campanien inférieur, mais certainement pas du Turonien comme le prétend de Lacvivier.

Échantillons recueillis : 3 de Salvatierra, près Vitoria (Alava).

MICRASTER LESKEI Des Moulins 1837
Fig. 29 p.

Spatangus Cor-Anguinum (β) *Norvagicum* (*pars*) Klein 1754, édition française, pl. 12, fig. C.
Spatangus Cor-Anguinum var. 3, *Norvagicum* (*pars*) Leske 1778, p. 225, pl. 23, figs. e & f.
Micraster leskei Desmoulins 1837, p. 392.
Micraster breviporus Agassiz 1840, p. 2.
Micraster breviporus, Agassiz & Desor 1847, p. 24.

Source : MNHN, Paris

Micraster cor-anguinum (*pars*), Forbes 1850 a, pl. 10, fig. 9.
Micraster Leskei (*pars*), d'Orbigny 1853, p. 215, pl. 869, fig. 1-8.
Micraster Leskei, Desor 1858, p. 366.
Micraster breviporus, de Loriol 1873, p. 369, pl. 31, fig. 5 a-d.
Micraster breviporus, Wright 1878, p. 278, pl. 62 a, fig. 3 a-b.
Micraster breviporus var. de la craie à Cornus, Cayeux 1890, p. 136, pl. 3, fig. 1.
Micraster Leskei, Lambert 1895, p. 178.
Micraster breviporus, Lambert 1895, p. 178.
Micraster breviporus (*pars*), Lambert 1895, p. 204.
Micraster leskei, Smiser 1935, p. 80, pl. 7, fig. 3.
Micraster leskei, Cayeux 1966, p. 38, pl. 2, fig. 12 a-d.

Spécimen-type : Moule en silex de provenance inconnue, figuré par Klein. Collection Klein perdue.

Diagnose : La forme typique est petite (jusqu'à 50 mm de long), assez étroite, avec échancrure antérieure peu profonde. Péristome entre un tiers et un quart de la longueur totale du bord. Labrum peu saillant. Périprocte assez haut. Zones interporifères des pétales pairs suturées. Zones périplastronales à fins granules.

Distribution : La forme typique est limitée au « Chalk Rock » et aux niveaux équivalents de la Province Anglo-Parisienne, c'est-à-dire à la base de la Zone à *H. planus*. Les niveaux plus élevés de la Zone à *H. planus* présentent des formes et des tailles variées que nous appelons « grands *M. leskei* ». Tout le bassin anglo-parisien, Belgique, Tchécoslovaquie, ? Alpes-Maritimes.

Échantillons recueillis : 13 de Underwood Hall (Cambridgeshire), 1 de White Nothe (Dorset), 6 de Kensworth (Herts.) 4 de St. Margaret's Bay (Kent), 2 de Loos (près Lille), 4 de Étretat, 2 de Puys (près Dieppe), 4 des Andelys, 3 de Joigny (Yonne).

MICRASTER MENGAUDI (Lambert) 1920
Fig. 29 q, Pl. VII, figs. 5-7.

Gibbaster Mengaudi Lambert 1920, p. 14, pl. 11, figs. 13-15.

Spécimen-type : Individu de Cabo Menor, Santander ; Collection Lambert.

Diagnose : De taille moyenne (43-53 mm de long) et de forme globeuse. Péristome situé entre un cinquième et un neuvième de la longueur totale du bord. La lèvre est cassée sur tous les échantillons examinés, mais probablement peu saillante. Périprocte à 48-64 % de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs subdivisées ou divisées. Pores nombreux : on compte 48 paires dans une rangée du pétale II sur un individu de 53 mm. Pores du pétale impair variables : sur l'échantillon « Cme 1 » (Coll. Lambert) ils sont tous arrondis et séparés par un granule ; sur les autres individus examinés ils sont conjugués sauf pour les pores de la partie apicale. Zones périplastronales à gros granules avec quelques tubercules. Fasciole sous-anal distinct. Sur les échantillons « Cme 4 » (le spécimen-type) et « Cme 2 » (Coll. Lambert) les plaques Ia1 et Ia2 sont séparées par Ib1, ce qui n'est pas le cas chez « Cme 1 ». Cette disposition, plus celle des plaques du système apical (dans laquelle toutes les plaques ocellaires touchent la plaque madréporique) indique que l'espèce doit être du Campanien et plus probablement du Campanien supérieur.

Distribution : N'est connu que de Cabo Menor, Santander.

Source : MNHN, Paris

MICRASTER NOBILIS (Stoliczka) 1873
Fig. 29 r, Pl. X, figs. 3-6.

Epiaster nobilis Stoliczka 1873, pl. III, figs. 7, 7 a-c, 8.
Micraster cf. *turonensis*, Cottreau 1908, p. 24, pl. III, figs. 6, 6 a.
Mokotibaster hourqi Lambert 1933, p. 18, pl. III, fig. 1, 3.
Mokotibaster Hourcqi, Lambert 1936, p. 26, pl. II, fig. 1-5.

Spécimen-type : Figuré par Stoliczka 1873, pl. III, figs. 7 et 7 a-c, Est d'Olapaudy, Orrialoor. Non examiné.

Diagnose : La forme typique est petite (40-45 mm de long), assez large et peu haute. Échancrure antérieure peu profonde. Péristome assez éloigné du bord, entre un quart et un cinquième de la longueur totale. Lèvre peu saillante. Pores péristomaux assez bien développés. Périprocte situé à 30-47 % de la hauteur totale. Pétales pairs très longs (atteignant l'ambitus dans les grands échantillons) à pores nombreux : on compte 49 paires dans une rangée du pétale II sur un échantillon de 57,8 mm. Les pores des deux rangées de tous les pétales sont allongés et les zones interporifères sont renflées. Zones périplastronales à fins granules avec quelques tubercules. Pas de fasciole. La plaque labrale est ornée comme le plastron, large en arrière, elle se rétrécit beaucoup en avant. Bien que la forme typique ne soit pas haute, on rencontre, parmi les grands échantillons, des formes coniques.

Distribution : Campanien supérieur (? et Maestrichtien inférieur) de l'Inde méridionale et de l'ouest de Madagascar.

MICRASTER NORMANNIAE Bucaille 1883
Fig. 29 s.

Micraster Normanniae Bucaille 1883, p. 29, pl. 6, figs. 1-7.
Micraster Normanniae, Lambert 1895, p. 221.
Micraster normanniae, Cayeux 1967, p. 35, pl. III, fig. 8 a-c.

Spécimen-type : Du « lit tubulé », Sénonien inférieur de la falaise du Pollet, Seine-Maritime. Figuré par Bucaille. Collection Bucaille (Rouen).

Diagnose : De taille petite ou moyenne (30-55 mm de long). Largeur maximum à l'avant, ambitus sub-polygonal. Caractéristiquement aplati. Échancrure antérieure peu profonde. Péristome éloigné du bord (à environ un cinquième de la longueur totale), à lèvre peu saillante. Haut périprocte. Aires interambulacraires antérieures aplaties sur la face supérieure. Pétales pairs courts par rapport à la taille des échantillons. Zones interporifères des pétales pairs suturées ou plus habituellement renflées. Zones périplastronales à fins granules.

Distribution : Partie supérieure de la Zone à *H. planus* et Zone à *M. normanniae* (probablement turonienne) de l'Angleterre méridionale et du N.-O. du bassin parisien.

Échantillons recueillis : 3 d'Étretat, Seine-Maritime.

Source : MNHN, Paris

MICRASTER PEINI Coquand 1862
Fig. 30 a, Pl. VIII, figs. 1-5.

Micraster Peini Coquand 1862, p. 245, pl. XXVII, figs. 1-3.
Micraster Peini, Cotteau Peron & Cauthier 1881, p. 55.
Micraster Peini (*Plesiaster*), Pomel 1883, p. 42.
Micraster Peini, Lambert 1895, p. 247.
Plesiaster Peini, Lambert 1931, p. 102.

Spécimen-type : Figuré par Coquand du Santonien de Refana, près Tébessa, Algérie. Non examiné.

Diagnose : De taille variable (27-57 mm de long), forme assez globeuse, troncature postérieure verticale. Échancrure antérieure très peu profonde. Péristome à environ un cinquième de la longueur totale du bord. Périprocte assez haut : 63-72 % de la hauteur totale. Pétales pairs larges et longs à pores nombreux et tous allongés. On compte 47 paires dans une rangée du pétale II sur un individu de 57 mm. Zones interporifères subdivisées ou divisées. Pétale impair à pores conjugués dans la partie distale. Zones périplastronales à gros granules avec habituellement quelques tubercules. Fasciole sous-anal bien développé. Fasciole péripétale présent aux extrémités des pétales pairs, rarement continu entre les pétales pairs où il est toujours diffus, et ne s'étend jamais en avant des pétales pairs antérieurs.

Distribution : Coniacien supérieur et Santonien d'Algérie et de Tunisie.

MICRASTER REGULARIS Arnaud 1883
Pl. IV, fig. 6, Pl. VIII, figs. 6, 7.

Micraster regularis Arnaud *in* Cotteau 1883, p. 209, pl. XI, figs. 1-5.
Micraster regularis, Lambert 1895, p. 224.

Spécimen-type : Figuré par Cotteau 1883 ; probablement de la Zone Pl de Chartuzac. Non examiné.

Diagnose : De taille petite ou moyenne (jusqu'à 45 mm de long). Assez renflé en-dessus, large et arrondi en arrière. Péristome très proche du bord. Sur un échantillon de plus de 40 mm de long, Lambert (1895) remarque que la lèvre est visible d'en-dessus. Zones interporifères des pétales pairs divisées. Pores du pétale impair un peu allongés et conjugués dans la partie distale. Zones périplastronales à gros granules. La suture médiane du plastron est asymétrique si bien que la plaque sternale droite ne touche pas la plaque labrale. Les plaques la1 et la2 ne se touchent pas.

Distribution : Limité au Campanien inférieur de la Province Touraine-Aquitaine. Lambert (1895) donne les localités.

Échantillons recueillis : 1 de Talvoisin, près Chartres.

Source : MNHN, Paris

MICRASTER RENATI (Gauthier) 1886
Fig. 30 b, Pl. VIII, fig. 8, Pl. IX, figs. 1-4.

Micraster cortestudinarium (*pars*), Quenstedt 1874, p. 648, pl. 87, fig. 33.
?*Epiaster brevis*, Barrois 1878, p. 409.
Micraster cortestudinarium (*pars*), Cotteau 1878, p. 498.
Epiaster Renati Gauthier 1886, p. 360, pl. VI, figs. 3-5.
Micraster beonensis Gauthier 1886, p. 360.
Epiaster Renati, Gauthier 1887, p. 239, pl. V, figs. 3-5.
Micraster beonensis, Gauthier 1887, p. 229, pl. IV, figs. 7-9, pl. V, figs. 1-2.
Micraster beonensis, Lambert 1895, p. 225.
Micraster Renati, Lambert 1895, p. 226.
Micraster Cayeuxi (*pars*); Lambert 1895, p. 232.
Micraster icaunensis Lambert 1895, p. 235.
Micraster (*Gibbaster*) *icaunensis*, Valette 1907, p. 136.
Micraster (*Isomicraster*) *Renati*, Valette 1907, p. 162.
Micraster beonensis, Valette 1907, p. 164.
Micraster (*Gibbaster*) *Gauthieri*, Valette 1907, p. 167.
Micraster Normanniae, Valette 1907, p. 168.
Micraster (*Gibbaster*) *Gosseleti*, Valette 1907, p. 169.
Micraster decipiens (*pars*), Valette 1907, p. 178.

Spécimen-type : Figuré par Gauthier (1886 & 1887) de la Collection Peron. La Grange-au-Rez, près de Troyes.

Diagnose : Taille moyenne (45-60 mm de long). Caractérisé par sa thèque assez mince et sa forme globeuse. L'ornementation de la thèque n'est pas facilement observable à l'œil nu. Péristome à environ un cinquième de la longueur totale du bord, recouvert partiellement par la lèvre. Périprocte situé à 59-70 % de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs variables : suturées (Zone E) ou renflées (Zone F). On compte 32 paires de pores dans une rangée du pétale II sur un individu de 50,7 mm. Pores du pétale impair habituellement ovales, ceux des rangées externes souvent allongés, mais toujours séparés par un granule. Zones périplastronales granuleuses avec quelques tubercules dispersés. Fasciole sous-anal développé dans la Zone E et moins dans la Zone F.

Distribution : Zones E et F de Lambert dans le S.-E. du bassin parisien. Selon Lambert (1920) se trouve dans l'Yonne, Aube, Aisne, Marne et Ardennes sous le nom de *M. icaunensis*.
Échantillons recueillis : 24 de la Zone F à Saint-Julien-du-Sault, Yonne.

MICRASTER ROGALAE Nowak 1909

Micraster rogalae Nowak 1909 a, p. 876, pl. 46, figs. 1, 2.
Micraster belgicus (*pars*) Lambert 1911, p. 5, pl. 1, figs. 1-3.
Gibbaster belgicus, Smiser 1935, p. 83.
« *Micraster* » *rogalae*, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 288, text-fig. 104, pl. 24, fig. 4, pl. 25, figs. 1, 2.
Micraster rogalae, Ernst 1963 a, p. 105, pl. 14, figs. 1 a-d, 2.
Micraster rogalae, Pasternak et al. 1968, p. 222, pl. 50, figs. 5, 6.

Source : MNHN, Paris

Spécimen-type : Échantillon Ee 631 (Muzeum Ziemi), figuré par Nowak ; de son lit II à Halicz. Une étiquette manuscrite de Kongiel indique un niveau Turonien qui nous semble Santonien.

Diagnose : De taille moyenne et grande (jusqu'à 88 mm de long). Forme aplatie, plus large que longue ; sillon antérieur peu profond. Souvent un peu déformé à cause de la thèque mince. Péristome éloigné de l'échancrure (un cinquième de la longueur totale), pas complètement recouvert par le labrum. Pores péristomaux bien développés. Zones interporifères des pétales pairs subdivisées. Pores du pétale impair conjugués et allongés dans les rangées externes de la partie distale. Fasciole sous-anal bien distinct.

Distribution : Santonien de Famières (Belgique) ; Schleswig Holstein, environs de Lvov, Ukraine et Mangüshlaka (Europe centrale). En Allemagne cette espèce est limitée au Santonien moyen et supérieur.

Échantillons recueillis : 23, fragmentaires pour la plupart, de la Zone à *M. rogalae* de la carrière de Breitenburg, Lägerdorf.

MICRASTER SCHROEDERI Stolley 1891
Fig. 30 c, Pl. IX, figs. 5-7, Pl. X, figs. 1, 2.

?*Spatangus cuneatus* Hagenow 1840, p. 654, pl. IX, fig. 5 a-b.
Micraster darupensis Schlüter MS.
?*Micraster Brongniarti*, Cotteau 1874, p. 655.
?*Micraster* sp. Cotteau 1874, p. 657.
Micraster coranguinum, Quenstedt 1874, p. 642, pl. 87, fig. 28, 29.
Micraster Haasi Stolley 1891, p. 257, pl. 8, fig. 3 a-f.
Micraster schröderi Stolley 1891, p. 259, pl. 8, fig. 5 & 5 a, pl. 9, fig. 1 a-d.
Micraster Brongniarti var. *pseudoglyphus* (*pars*), Lambert 1895, p. 199.
Micraster Schroderi, Lambert 1901, p. 968.
Micraster cor anguinum (*pars*), Wolleman 1902, p. 31.
Micraster coranguinum, Savin 1903, p. 25.
Micraster rf. *Schröderi*, Savin 1903, p. 26.
Micraster schroderi, Lambert 1911, pp. 7 & 12, pl. 1, fig. 6.
Micraster brongniarti, Lambert 1911, p. 38.
Micraster coranguinum var. *schroederi*, Smiser 1935, p. 82.
?*Micraster* cf. *decipiens*, Szorenyi 1955, p. 255, pl. XXI, fig. 11 & 13.
Micraster rostrotus, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 282, text-fig. 95, pl. XXI, fig. 1.
Micraster schroederi, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 282, text-fig. 96, pl. XXI, fig. 2.
Micraster rf. *schroederi*, Pasternak et al. 1968, pl. 50, fig. 7, p. 223.
M. (*Micraster*) *schroederi schroederi*, Maczynska 1968, p. 112, text-pl. III, 5, text-pl. IV, 1-8, pl. IV, 1 a-f, pl. V, 1 a-d.

Spécimen-type : Figuré par Stolley ; Quadratensenon de Lägerdorf ; détruit pendant le bombardement aérien de Hambourg. Non examiné.

Diagnose : D'une taille moyenne (habituellement 30-50 mm de longueur). Plus étroit et plus haut que *M. glyphus*, avec lequel il se croise. Péristome à environ un dixième de la longueur totale du bord, et recouvert par un labrum fortement saillant. Périprocte assez haut : 60-70 % de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs renflées ou subdivisées.

Source : MNHN, Paris

Distribution : Limité au Campanien de la Province Nord. Norfolk, Belgique, Allemagne, Pologne, Ukraine, Caucase, Crimée, Koppeh Dagh, S.-E. du bassin parisien, et S.-E. de la France.

Échantillons recueillis : 2 de la carrière Teutonia près Hanovre, 1 de la carrière Alsen (Lägerdorf), 1 de Catton (Norfolk), 4 de Wiktorowice (Pologne).

MICRASTER SISMONDAI Lambert 1895
Fig. 30 d, Pl. X, figs. 7-9, Pl. XI, figs. 1, 2.

Micraster glyphus (*pars*), Cotteau 1874, p. 656.
Micraster glyphus var. de..., Gauthier 1887, p. 234.
Micraster Brongniarti var. *Sismondae* Lambert 1895, p. 200.
Micraster glyphus var. *Sismondai*, Lambert *in* Lambert & Charles 1937, p. 394.

Spécimen-type : Collection Lambert étiqueté comme tel; Campanien supérieur de La Palarea, Nice.

Diagnose : Taille moyenne (49-57 mm de long). Caractérisé par sa haute carène, sa face antérieure fortement déclivée, et sa troncature postérieure presque verticale. Péristome marginal, recouvert par un labrum fortement saillant et visible d'en-dessus. Haut périprocte (63-67 % de la hauteur totale). Zones interporifères des pétales pairs suturées, subdivisées ou divisées. Sur le spécimen-type les pores des rangées internes du pétale impair sont ovales, ceux des rangées externes sont oblongs, les granules entre les deux sont absents sauf dans la région apicale. Cette disposition est peut-être due à l'érosion. Zones périplastronales granuleuses. Fasciole sous-anal bien net autour du talon double. Plaques la1 et la2 très détachées.

Distribution : Campanien supérieur de La Palarea près de Nice et à Djidde, Anatolie.

MICRASTER SOLIGNACI n. sp.
Fig. 30 e, Pl. XI, figs. 3-6.

Spécimen-type : Échantillon unique étiqueté *Plesiaster Solignaci* par Lambert dans sa collection; du Campanien de Koudiat Melhab, Tunisie.

Diagnose : D'une taille moyenne (52,6 mm de long) et de forme très convexe, avec échancrure antérieure très peu profonde. Face inférieure de la thèque en mauvais état et très érodée. Périprocte assez bas : 50 % de la hauteur totale. Pétales pairs larges et longs, à pores nombreux. On compte 49 paires dans une rangée du pétale II. Pores des rangées internes ovales, ceux des externes allongés. Zones interporifères renflées ou subdivisées. Pétale impair à pores conjugués, semblables à ceux des pétales pairs. Fasciole sous-anal bien développé. Fasciole péripétale bien développé aux extrémités des pétales pairs, variable entre les pétales. La partie à l'extrémité du pétale I est la plus développée et s'étend presque jusqu'au milieu de chacun des interambulacres adjacents.

Distribution : N'est connu que du Campanien de Koudiat Melhab, Tunisie.

MICRASTER STOLLEYI Lambert 1901
Fig. 30 f.

Epiaster gibbus, Schlüter 1869, p. 237, pl. 2, figs. 1, 1 a-c.
Micraster gibbus, Quenstedt 1874, p. 648, pl. 88, fig. 1.

Source : MNHN, Paris

Epiaster gibbus (*pars*), Wright 1878, p. 267, pl. 63, fig. 1 a-k.
Micraster (*Gibbaster*) *gibbus* (*pars*), Cauthier 1887, p. 235.
Micraster gibbus, Stolley 1892, p. 260, pl. IX, fig. 2 (profil extérieur).
Micraster gibbus (*pars*), Lambert 1895, p. 168.
Micraster senonensis (*pars*) Lambert 1895, p. 239.
Isomicraster Stolleyi Lambert 1901, p. 959.
Epiaster gibbus, Wolleman 1902, p. 33.
Micraster ciplyensis, Lambert 1911, p. 43, pl. II, fig. 16.
Isomicraster Brueti Lambert 1931, p. 101, pl. IV, figs. 8 & 9.
Isomicraster stolleyi (*pars*), Smiser 1935, p. 82.
Isomicraster faasi, Moskvin & Poslavskaia 1959, p. 285, text-fig. 100, pl. 23, fig. 1.
Micraster (*Isomicraster*) *stolleyi*, Ernst 1970, pl. 18, fig. 6 & 7.

Spécimen-type : Figuré par Schlüter ; craie à *B. mucronata* de Holtwick près Coesfeld. Cooke (1953) et Kermack (1954) affirment à tort, qu'il provient de Luneburg. Non examiné.

Diagnose : Espèce gibbeuse, taille variable (jusqu'à 70 mm de long), forme nettement conique à face supérieure fortement déclivée. Péristome à peu près à un huitième de la longueur totale du bord, recouvert par une lèvre saillante. Périprocte situé très bas (25-45 % de la hauteur totale). Zones interporifères des pétales pairs suturées ou renflées. Pétale impair semblable aux autres. Plaques la1 et la2 souvent très détachées. Fasciole sous-anal habituellement absent.

Distribution : Restreint à la Province Nord (Irlande du Nord, Norfolk, Belgique, Allemagne, Pologne, Caucase, Crimée, Nice et Tunisie), du Campanien supérieur (en Allemagne jusqu'à la Zone à *B. langei*).

Échantillons recueillis : 41 bas du Campanien supérieur de la carrière Teutonia, Misburg ; 2 de la carrière Alsen, Lägerdorf (Allemagne) ; 2 de Jezowka, 2 de Gnatowice, 1 de Komorow, 1 de Wiktorowice, 3 de Rzerzusnia, 2 de Bibice (Pologne).

MICRASTER TURONENSIS (Bayle) 1878
Fig. 30 g, Pl. XI, figs. 7, 8, Pl. XII, figs. 1-3.

Micraster cor-anguinum (*pars*), d'Orbigny 1853, p. 207.
Micraster brevis, Hébert 1856, pl. XXIX, fig. 19.
Micraster cortestudinarium var. *brevis* (*pars*), Cotteau & Triger 1869, p. 320.
Micraster cortestudinarium (*pars*), Quenstedt 1874, p. 646, pl. 87, fig. 30.
Micraster brevis (*pars*), Peron 1877, p. 523.,
Spatangus turonensis Bayle 1878, pl. 156, figs. 3-4.
Micraster cortestudinarium, Cotteau 1883, p. 164.
Micraster intermedius Bucaille 1883, p. 31, pl. 7.
Micraster turonensis, Lambert 1895, p. 212,
Micrnster intermedius, Lambert 1895, p. 222.
?*Micraster Arnaudi* Lambert 1895, p. 244.
Micraster Grossouvrei Lambert 1895, p. 245.
Micraster coranguinum intermedius, Cayeux 1969, p. 6, pl. I, figs. 1-4.

Spécimen-type : Figuré par Bayle ; craie blanche de Villedieu. Non examiné.

Diagnose : De taille moyenne (45-55 mm de long), à forme large et sub-gibbeuse. Péristome à environ un cinquième de la longueur totale du bord, large et à moitié recouvert par la lèvre. Pores

Source : MNHN, Paris

péristomaux bien développés. Périprocte à environ 58 % de la hauteur totale. Zones interporifères des pétales pairs fortement renflées ou subdivisées. Caractérisé par le nombre des pores dans les pétales pairs : 34 dans une rangée de pétale II sur un échantillon de 53,9 mm. Partie distale du pétale impair à pores des rangées externes bien allongés, paires souvent dépourvues de granule, mais cet arrangement est très variable. Zones périplastronales à gros granules. Dans le système apical, plaque ocellaire IV toujours en contact avec la plaque madréporique, et souvent aussi l'une des plaques ocellaires postérieures (plus souvent V).

La diagnose ci-dessus est basée sur les formes du Coniacien supérieur de la Craie de Villedieu. Les individus des niveaux plus hauts présentent un péristome plus proche du bord mais toujours à moitié recouvert par la lèvre.

Distribution : Coniacien supérieur et Santonien de Touraine et Aquitaine. Au nord de la Touraine il se trouve près de Chartres, aux environs de Rouen, à Caudebec et sur la côte Normande.

Échantillons recueillis : 1 de la Craie de Villedieu à la Ribochère (Loir-et-Cher), 4 de Caudebec (Seine-Maritime).

MICRASTER WESTLAKEI n. sp.
Fig. 30 h, Pl. XII, figs. 4-6.

Spécimen-type : N° 3320 de la Collection Westlake, Université de Southampton. Syntypes N^{os} 3321 et 3322 de la même collection. Tous de la Zone à *B. mucronata*, Tichbourne Farm, Hampshire.

Diagnose : De grande taille (60-70 mm de long). Caractérisé par la courbe régulière de sa face supérieure de l'apex au périprocte. Péristome presque marginal et recouvert par une lèvre fortement saillante. La plaque labrale d'échantillon N° 3321 est séparée des plaques sternales par les ambulacres pairs postérieurs. Périprocte assez bas. Pétales pairs peu excavés à zones interporifères divisées. Zones périplastronales à gros granules.

Distribution : N'est connu que de la Zone à *B. mucronata* de Tichbourne Farm.

II. — TENDANCES MORPHOLOGIQUES DU *MICRASTER*

Meyer (1878) rapporte que :

i) Le péristome devient progressivement plus proche du bord antérieur.
ii) Le système apical se place vers l'arrière.
iii) Le nombre de plaques qui touchent au périprocte passe de 7 chez les espèces anciennes, à 5 ou quelquefois 4 chez les formes plus récentes.

Rowe (1899) a montré plusieurs tendances et a indiqué leur valeur en stratigraphie. Les plus importantes sont :

a) La partie la plus large de la thèque se place progressivement en arrière.
b) La partie la plus haute de la thèque se place progressivement en arrière.
c) L'échancrure antérieure devient plus profonde.
d) La lèvre devient de plus en plus saillante.

Source : MNHN, Paris

e) Les zones périplastronales deviennent plus granuleuses.

f) Les pétales deviennent plus longs et moins excavés.

g) Les zones interporifères des pétales pairs deviennent de plus en plus ornées passant par des états que Rowe appelle lisse, suturé, renflé, subdivisé, et divisé.

h) Le fasciole sous-anal devient plus large (dans la lignée principale).

i) Le talon double sous le périprocte, entouré par le fasciole, devient plus développé.

j) Les sillons pairs des phyllodes pairs antérieurs des formes turoniennes disparaissent chez les formes plus récentes.

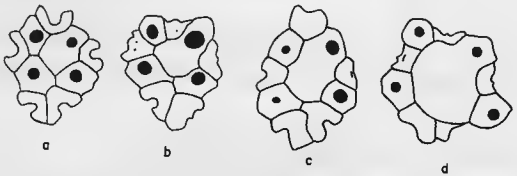


FIG. 24. — Accroissement du nombre des plaques ocellaires touchant la plaque madréporique. a : *M. leskei*, Turonien supérieur, Underwood Hall (coll. R.B.S.); b : *M. turonensis*, Craie de Villedieu (coll. Lambert); c : *M. coranguinum*, Santonien, La Ferté (coll. de Grossouvre); d : *M. mengaudi*, Campanien, Cabo Menor (coll. Lambert).

Nichols (1959) a montré que le nombre de pores dans les pétales pairs augmente du Turonien au Santonien.

Toutes les tendances ci-dessus sont basées sur des échantillons provenant du Turonien, Coniacien et Santonien de l'Angleterre méridionale, mais on les trouve chez les Micrasters pré-campaniens à travers l'Europe.

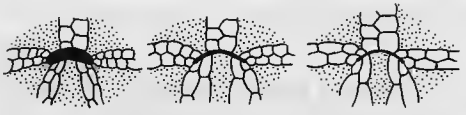


FIG. 25. — Dessin schématique du retrait progressif des interambulacres pairs du péristome. a : Turonien; b : Coniacien supérieur et Santonien; c : Campanien.

Dans les formes campaniennes on observe une régression aux états suturés, renflés et subdivisés des zones interporifères des pétales pairs. Donc, contrairement aux formes pré-campaniennes, ces zones ne sont pas d'une très grande utilité stratigraphique au Campanien.

Outre les tendances ci-dessus, j'ai observé les suivantes :

I) Le nombre des plaques ocellaires qui touchent la plaque madréporique augmente. (Figure 24).

II) Le nombre des plaques interambulacraires qui touchent au péristome diminue. De façon générale on peut dire que dans les formes du Turonien et du Coniacien inférieur toutes les aires interambulacraires touchent le péristome; dans celles du Coniacien supérieur et du Santonien les interambulacres postérieurs s'en sont éloignés; ainsi que tous les interambulacres pairs de celles du Campanien. (Figure 25).

Source : MNHN, Paris

III) La disposition asymétrique des plaques sternales change avec le temps, passant par un état où leur suture est exactement longitudinale. (Figure 26).

IV) La plaque labrale devient plus longue et plus étroite. Chez quelques individus du Campanien supérieur cette plaque se sépare des plaques sternales. Cette disposition est connue chez *M. schroederi*, *M. stolleyi*, *M. grimmensis* et *M. westlakei*.

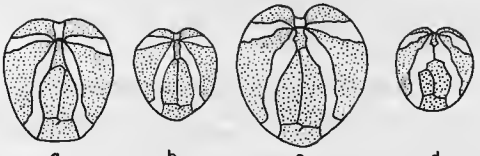


FIG. 26. — Disposition des plaques sternales (a-c); Séparation de la plaque labrale des plaques sternales (d). a : *M. corbovis*, Turonien; b : *M. coranguinum*, Santonien; c : *M. stolleyi*, Campanien; d : *M. grimmensis*, Campanien supérieur. Figures d'après Moskvin et Poslavskaia 1959.

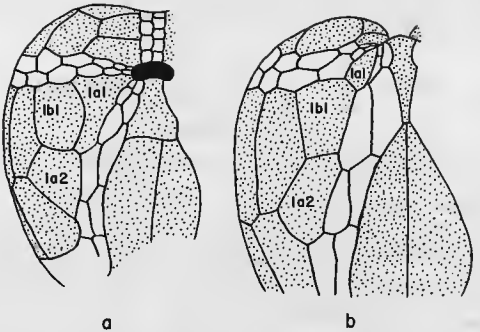


FIG. 27. — Disposition des plaques dans l'interambulacre postérieur droit. a : disposition existant à tous les niveaux (*M. leskei*, Turonien); b : disposition limitée au Campanien (*M. schroederi*). Figures d'après Moskvin et Poslavskaia 1959.

V) La distance sur laquelle les plaques la1 et la2 se touchent se réduit et, enfin, ces deux plaques sont séparées par lb1. Cette dernière disposition semble être limitée aux formes campaniennes, d'après mes observations, donc d'utilité stratigraphique certaine. (Figure 27).

À notre avis, nous ne pouvons utiliser la disposition plus primitive de ces plaques pour la création d'un nouveau sous-genre, disposition qui, selon Poslavskaia et Moskvin (1962 inédit) et Maczynska (1968), caractériserait le sous-genre *Micraster* (*Paramicraster*).

Source : MNHN, Paris

La disposition campanienne se trouve chez des individus de différentes lignées phylogénétiques et de provinces différentes, par exemple chez *M. mengaudi* (Province Pyrénéenne), *M. westlakei* (Province Anglo-Parisienne), *M. schroederi* et la lignée *M. fastigatus — stolleyi* (Province Nord).

VI) Dans toutes les lignées le périprocte tend généralement à se placer plus bas. La place du périprocte est importante chez d'autres échinides irréguliers de la craie : pour le genre *Echinocorys*, le périprocte tend à devenir de plus en plus inframarginal (Peake et Melville 1970); la lignée *Offaster — Galeola* du Campanien allemand présente une réduction de la hauteur du périprocte (voir Ernst 1963 b, fig. 4).

La valeur des tendances morphologiques chez le genre Micraster.

La valeur des tendances décrites par Rowe (1899), ainsi que celles de Meyer (1878) (numérotées ci-dessus i) et ii)), a été éprouvée et reste d'une grande utilité pour la stratigraphie du Turonien, Coniacien et Santonien.

Quant aux tendances numérotées ci-dessus I) à VI), seuls les états campaniens de IV et V ont une valeur stratigraphique. Tous les autres connaissent trop d'exceptions pour être des indicateurs valables de l'âge des strates.

Peut-être une des valeurs les plus importantes des tendances des Micrasters, consiste-t-elle en ce qu'elles existent. Des Spatangues assez étroitement liés au *Micraster*, tels que *Epiaster* et *Diplodetus*, ont souvent été confondus avec lui mais sont facilement reconnaissables par leurs caractères très stables et l'absence de tendances distinctes.

III. — L'ORIGINE ET L'EXTINCTION DU GENRE *MICRASTER*

L'origine du Micraster.

Les premiers Micrasters apparaissent au Turonien de la Province Nord et de la Province Anglo-Parisienne.

1) Province Anglo-Parisienne.

Dans la Province Anglo-Parisienne la lignée du *M. corbovis* est nettement distinguée du *M. leskei* avec laquelle elle ne se croise pas, et à laquelle elle ne donne pas naissance, ce qui justifie l'exclusion du *M. corbovis* du genre *Micraster*. Ce n'est que par commodité que nous l'incluons dans ce genre-ci.

Dans cette province l'*Epiaster michelini* se trouve jusqu'à la Zone à *H. planus* où il se croise avec les premiers *M. leskei* au « Chalk Rock », ce qui suggère que les vrais Micrasters auraient évolué à partir d'*Epiaster* à cette époque.

2) Province Nord.

Les premiers Micrasters en Allemagne du Nord apparaissent au Turonien moyen inférieur (Zone à *I. lamarcki*), et donc beaucoup plus tôt que dans la Province Anglo-Parisienne. Mais, si on regarde la Zone à *I. lamarcki* comme l'équivalent du Turonien supérieur, on constate une apparition contemporaine des Micrasters dans les deux provinces.

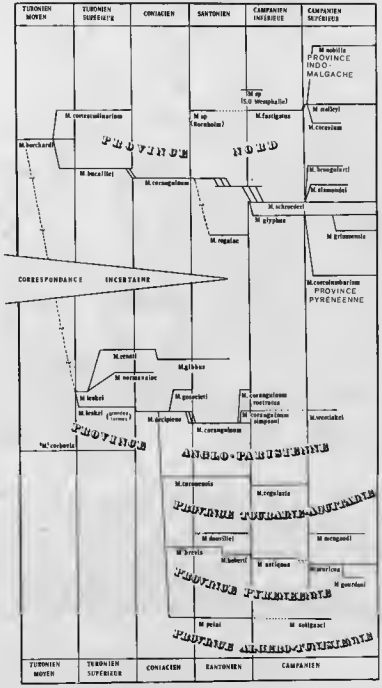
On peut conclure que les vrais Micrasters ont évolué soit :

a) à partir de *E. michelini* dans le bassin anglo-parisien et se sont dispersés immédiatement dans la Province Nord, ce qui implique l'équivalence de la Zone à *I. lamarcki* au Turonien supérieur;

Source : MNHN, Paris

b) indépendamment dans les deux provinces, et dans ce cas le genre *Micraster* est polyphylétique ;

c) à partir d'un ancêtre inconnu dans la Province Nord puis se sont dispersés dans le bassin anglo-parisien au Turonien supérieur où ils se croisent, pendant quelque temps, avec *E. michelini*.


TURONIEN MOYEN
TURONIEN SUPÉRIEUR
CONIACIEN
SANTONIEN
CAMPANIEN INFÉRIEUR
CAMPANIEN SUPÉRIEUR
M. mobilis
PROVINCE INDO-MALGACHE
M. sp. (S.O. Westphalie)
M. cortestudinarium
M. sp. (Bornholm)
M. fastigatus
M. stolleyi
M. cinctoriatum
M. borchardi
PROVINCE NORD
M. bucailliei
M. coranguinum
M. brongniarti
M. stolleyi
M. schroederi
M. glyphus
M. grimmensis
M. regulare
CORRESPONDANCE INCERTAINE
M. corculumbarium
PROVINCE PYRÉNÉENNE
M. cruciatus
M. labiosus
M. normanniae
M. gracilis
M. coranguinum rectangulare
M. bucailliei
M. turonensis
M. coranguinum
M. coranguinum
M. vercorsensis
PROVINCE ANGLO-PARISIENNE
M. cortestudinarium
M. regularis
PROVINCE TURONIEN-SUPÉRIEURE
M. desmoulinsi
M. normandi
M. brevis
M. bolbeci
M. antiquus
M. gourdoni
PROVINCE PYRÉNÉENNE
M. petrocoriensis
M. petrocoriensis
M. petrocoriensis

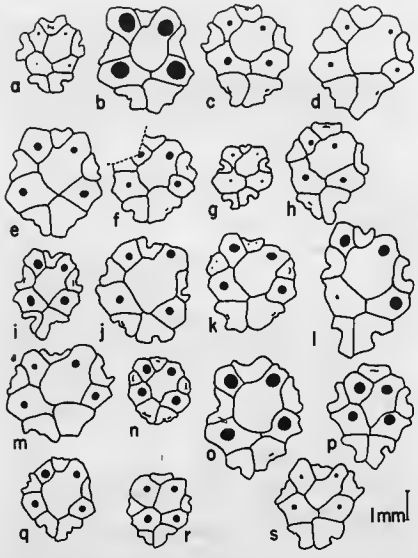


FIG. 29. — Systèmes apicaux. a : *M. borchardi*, Zone à *J. lamarcki*, Wüllen (coll. R. B. S.); b : *M. brevis*, Santonien Rennes-les-Bains (coll. Lambert); c : *M. brongniarti*, Campanien supérieur, Meudon (coll. Muséum, Paléont.); d : *M. coranguinum*, Santonien, La Ferté (coll. de Grossouvre); e : *M. coranguinum rostratus*, Sénonien K, Saint-Martin, Yonne (coll. Lambert); f : *M. coranguinum simpsoni* n. subsp., Zone à *O. pilula*, Saltdean, spécimen-type (coll. Simpson); g : *M. coravium*, Campanien inférieur, U.R.S.S. (coll. Museum Ziemi n° Ee 640); h : *M. cortestudinarium*, Turonien supérieur, Erwitte (coll. R.B.S. n° 542); i : *M. douvillei*, Santonien, Santa Marina, spécimen-type (coll. Lambert); j : *M. fastigatus*, Campanien inférieur, Höver, Hanovre (coll. R.B.S. n° 1097); k : *M. gibbus*, Sénonien H, Maillot (coll. Lambert); l : *M. glyphus*, Campanien inférieur, Höver, Hanovre (coll. R.B.S. n° 1329); m : *M. gosseleti*, Coniacien, Lumbres (coll. Lambert); n : *M. grimmensis*, Campanien supérieur, Wolsu, U.R.S.S. (coll. Muzeum Ziemi n° Ee 641); o : *M. heberti*, Santonien, Liencres, Santander (coll. Lambert); p : *M. leskei*, Turonien supérieur, Underwood Hall, Cambridgeshire (coll. R.B.S. n° 4); q : *M. menjaudi*, Campanien, Cabo Menor, Santander, spécimen-type (coll. Lambert); r : *M. nobilis*, sommet du Campanien, Ankihahila, Madagascar (coll. H. et C. Termier); s : *M. normanniae*, Neufchâtel (coll. de Grossouvre).

L'EXTINCTION DU MICRASTER.

Les derniers Micrasters connus proviennent du Maestrichtien inférieur. En Europe, les seuls rapports précis et récents que nous ayons des Micrasters de cet âge concernent la Province Nord.

Hawkins (1936) interprète les tendances morphologiques présentées par les Micrasters comme le

Source : MNHN, Paris

résultat de l'orthogénèse. Il suggère que l'extinction du genre est due à une persistance des tendances au-delà de leur développement optimum jusqu'au point où elles deviennent pernicieuses.

On avance aussi une autre hypothèse pour expliquer cette extinction : les Micrasters n'auraient pas été capables de s'adapter aux changements écologiques. Néanmoins, les craies du Maestrichtien supérieur et du Danien danois et suédois méridional se trouvent dans les limites de la variation des faciès où les Micrasters ont précédemment habité. Donc, il nous semble que l'hypothèse de Hawkins soit plus proche de la vérité.

Pour nous le genre *Micraster*, autrefois si abondant, si variable et si important dans la faune du Crétacé supérieur du Royaume Européen, disparaît complètement à la fin du Maestrichtien inférieur sans avoir de descendants. (Figs. 28, 29, 30).

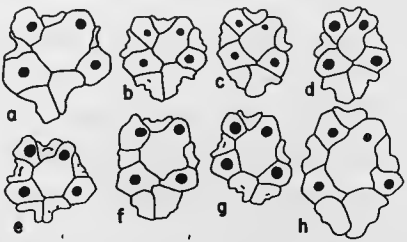


FIG. 30. — Systèmes apicaux, même échelle que la fig. 29. a : *M. peini*, Santonien, Djebel Toureuf, Tunisie (coll. Lambert); b : *M. renati*, Turonien E, Saint-Julien-du-Sault, Yonne (coll. Lambert); c : *M. schroederi*, Sénonien N, Reims (coll. Lambert n° 845); d : *M. sismondai*, Campanien supérieur, La Palarea, Nice, spécimen-type (coll. Lambert); e : *M. solignaci* n. sp., Campanien, Koudiat Melhab, Tunisie, spécimen-type (coll. Lambert); f : *M. stolleyi*, Campanien supérieur, Misburg, Hanovre (coll. R.B.S. n° 851); g : *M. turonensis*, Craie de Villedieu, Couture (coll. Peron n° 553); h : *M. westlakei* n. sp., Campanien supérieur, Tichbourne Farm, Hampshire, spécimen-type (col. Westlake).

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

AGASSIZ (L.), 1836. — Prodrome d'une monographie des Radiaires. *Mém. Soc. Sci. nat. Neuchâtel*, **1**, 168-199.

AGASSIZ (L.), 1840. — *Catalogus systematicus Ectyporum Echinodermatum fossilium Musei Neocomiensis*. Neuchâtel, Petitpierre, 20 p.

AGASSIZ (L.) et DESOR (E.), 1847. — Catalogue raisonné des Échinides. *Ann. Sc. nat., Zool.*, (3), **7** et **8**, 167 p., 1 pl.

ARNOLD (H.), 1964. — Zur Feinstratigraphie des *schloenbachi* — Turons von Ceseke, Erwitte und Paderborn. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **7**, 487-494.

BARROIS (C.), 1878. — Mémoire sur le terrain Crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Ann. Soc. géol. Nord.*, **5**.

BARROIS (C.), 1879. — Mémoire sur le terrain crétacé du Bassin d'Oviedo (Espagne). *Ann. Sc. géol.*, **10**, 1-40.

BASSE (E.), 1928. — Quelques Invertébrés crétacés de la Cordillère andine. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), **28**, 113-147.

BAYLE (E.), 1878. — Fossiles principaux des terrains. *Explication de la Carte géologique de la France*, **4**, 158 pls.

BESAIRIE (H.) et COLLIGNON (M.), 1956. — Lexique stratigraphique international, **IV**, 11, Madagascar. Édit. C.N.R.S., Louis-Jean, Cap, 93 p.

BRONGNIART (A.), 1822. — Description géologique des environs de Paris. *In* CUVIER (C.), *Recherches sur les Ossemens Fossiles*, **2**, 239-648, 18 pls.

BRUGUIÈRES (J. C.), 1791. — *Encyclopédie méthodique*, 159 pls.

BUCAILLE (E.), 1883. — Étude sur des échinides fossiles du Département de la Seine-Inférieure. *Bull. Soc. géol. Normandie*, **8**, 16-39, 8 pls.

CAYEUX (L.), 1890 *a*. — Mémoire sur la « Craie grise » du Nord de la France *Ann. Soc. géol. Nord*, **17**, 105-141, 1 pl.

— 1890 *b*. — Note sur le *Micraster Gosseleti* espèce nouvelle de la Craie blanche des environs de Lille. *Ibid.*, **17**, 180-183, pl. IV.

CAYEUX (L.), 1961-1969. — Répartition des Échinides fossiles du Bec-de-Caux (en collaboration avec O. de VILLOUTREYS).

— 1961. — Albien. *Bull. Soc. géol. Normandie*, **51**, 1-12.

— 1965. — Cénomanien (Spatangoida). *Ibid.*, **55**, 15-27, 2 pl.

— 1966. — Turonien. *Ibid.*, **56**, 24-40, 2 pl.

— 1967. — Coniacien. *Ibid.*, **57**, 21-38, 2 pl.

— 1967. — Turonien (supp.). *Ibid.*, **57**, 39-41, 1 pl.

— 1969. — Santonien. *Ibid.*, **59**, 30-44, 2 pl.

CHESHER (R. H.), 1963. — The Morphology and Function of the Frontal Ambulacrum of *Moira atropos* (Echinoidea : Spatangoida). *Bull. Mar. Sci.*, **13**, n° 4, 549-573.

— 1968. — The Systematics of Sympatric Species in West Indian Spatangoids. *Stud. trop. Oceanogr., Miami*, **7**, viii + 168, 35 pl.

— 1969. — Contributions to the Biology of *Meoma ventricosa* (Echinoidea : Spatangoida). *Bull. Mar. Sci.*, **19**, n° 1, 72-110.

CISNEROS (D. J. de), 1917. — Geologia y Paleontologia de Alicante. *Trab. Mus. Nac. Ciencias Nat., Geologica*, n° 21, 140 p., 11 pl.

CLARK (W. B.) et TWITCHELL (M. W.), 1915. — The Mesozoic and Cenozoic Echinodermata of the United States. *U.S. geol. Surv., Monog.*, **54**, 341 p., 108 pl.

Source : MNHN, Paris

COOKE (C. W.), 1949. — Two Cretaceous echinoids from Peru. *J. Paleont.*, **23**, 84-86.

— 1953. — American Upper Cretaceous Echinoidea. *U.S. geol. Surv. Prof. Paper*, **254 A**, 44 p., 16 pls.

— 1955. — Some Cretaceous Echinoids from the Americas. *Ibid.*, **264 E**, 87-112, pl. 18-29.

— 1961. — Cenozoic and Cretaceous Echinoids from Trinidad and Venezuela. *Smithson. Miscell. Coll.*, **142**, n° 4, 1-35.

COQUAND (H.), 1857. — Position des *Ostrea columba* et *Ostrea biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), **14**, p. 745.

— 1862. — Géologie et Paléontologie de la région sud de la province de Constantine. *Mém. Soc. Émul. Provence*, **2**, 342 p.

— 1880. — Études supplémentaires sur la paléontologie algérienne. *Bull. Acad. Hippone*, **15**, 449 p.

COTTEAU (C.), 1849-1878. — *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*. Paris, Baillière, 518 p., 84 pl.

— 1863. — *Échinides fossiles des Pyrénées*. Paris, Savy, 160 p., 9 pl.

— 1865. — Catalogue raisonné des Échinides fossiles du département de l'Aube. *Congr. scient. Fr.*, Troyes, Dufour-Bouquot.

— 1869. — Notice sur les Échinides fossiles recueillis par M. Lartet en Syrie et en Idumée. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), **26**, 533-538.

— 1870. — Description de quelques Échinides de Suède. *Bibl. des H. Études, Sci. nat.*, **2**, n° 6, 6 p., 2 pl.

— 1874. — Note sur les Échinides crétacés du Hainaut. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **2**, 638-660.

— 1883. — Échinides jurassiques crétacés et tertiaires du Sud-Ouest de la France. *Ann. Soc. Sci. Charente-Inf.*, **19**.

— 1887. — Échinides crétacés des Petites-Pyrénées et Corbières. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **15**, 639-666.

— 1889. — Échinides recueillis dans la province d'Aragon (Espagne) par M. Gourdon. *Ann. Sci. nat., Zool.*, **8**, (1), n° 1.

COTTEAU (G.), PERON (A.) et CAUTHIER (V.), 1876-1884. — *Échinides fossiles de l'Algérie*, Fasc. 2-8. Paris, G. Masson.

COTTEAU (G.) et TRIGER (J.), 1857-1869. — *Échinides du département de la Sarthe*. Paris, Baillière, 458 p., 75 pl.

COTTREAU (J.), 1908. — Échinides de Madagascar. *Ann. Paléont.*, **3**, 44 p., 5 pl.

— 1935. — Quelques Échinides fossiles de Madagascar. *Archives du Muséum*, (6), **12**, 5 p., 1 pl.

DARTEVELLE (E.), 1953. — Échinides fossiles du Congo et de l'Angola. Deuxième partie : Description systématique. *Ann. Mus. Roy. Congo belge, Sc. géol.*, **13**, XI + 240 p., 19 pl.

DAVIDSON (C.), 1891. — On the amount of sand brought up by Lobworms to the surface. *Geol. Mag.*, (3), **8**, 489-493.

DEMOLY (F.), 1913. — Nouvelles observations sur les Échinides de la Savoie. *Bull. Soc. Hist. nat. Savoie*, (2), **16**, 178-208.

DES MOULINS (C.), 1835-1837. — Études sur les Échinides. *Actes Soc. linn. Bordeaux*, **7** et **9**, 520 p., 3 pl.

DESOR (E.), 1855-1858. — *Synopsis des Échinides fossiles*. Paris, Reinwald; Wiesbade, Kreidel et Niedner, 490 p., 44 pl.

DEVRIES (A.), 1960. — Contribution à l'étude de quelques groupes d'Échinides fossiles d'Algérie. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N. S., Paléont.*, n° 3, 279 p., 39 pl.

— 1963. — Intérêt stratigraphique de l'évolution des caractères chez les Échinides Spatangoidea au Crétacé inférieur (et au Crétacé en général). *Mém. Bur. Rech. géol. Minières Fr.*, n° 34, 419-427.

— 1965. — Note sur la présence au Maroc du genre *Heteraster*. *Trav. Inst. géol. anthrop. préhist., Fac. Sc., Poitiers*, **6**, 15 p.

DZABAROV (G. N.), 1964. — *Échinides crétacés supérieurs du Koppeh Dagh central et leur importance stratigraphique*. Ashkhabad. 71 p., 20 pl. (en russe).

Source : MNHN, Paris

ELBERT (J.), 1901. — Das untere Angoumien in den Osningbergketten des Teuteburger Waldes. *Naturhist. Verein. Preuss. Rheinl., Verhandl.*, **58**, 77-168.

ERNST (G.), 1963 *a*. — Stratigraphische und gestein-chemische Untersuchungen in Santon und Campan von Lägerdorf (SW-Holstein). *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, **32**, 71-127.

— 1963 *b*. — Zur Feinstratigraphie und Biostratonomie des Obersanton und Campan von Misburg und Höver bei Hannover. *Ibid.*, **32**, 128-147.

— 1966. — Fauna, Ökologie und Stratigraphie der Mittelsanton Schreibkreide von Lägerdorf (SW-Holstein). *Ibid.*, **35**, 115-150.

— 1967. — Über Fossilnester in *Pachydiscus*-Gehäusen und das Lagenvorkommen von Echiniden in der Oberkreide NW-Deutschlands. *Paläont. Z.*, **41**, 211-229.

— 1968. — Die Oberkreide-Aufschlusse im Raume Braunschweig-Hannover und ihre stratigraphische Gliederung mit Echinodermen und Belemniten. I. Die jungere Oberkreide (Santon-Maastricht). *Beih. Ber. Naturh. Ges.*, **5**, 235-284.

— 1970. — Zur Stammesgeschichte und stratigraphischen Bedeutung der Echiniden-Gattung *Micraster* in der nordwestdeutschen Oberkreide. *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, *39*, 117-135, 2 pl.

FISCHER (A. G.), 1966. — Spatangoids. *Treatise on Invertebrate Paleontology*, U3 (2), U543-U628. Univ. of Kansas Press.

FORBES (E.), 1850 *a*. — British Organic Remains, Decade III. *Mem. Geol. Surv. U.K.*

— 1850 *b*. — Notes on Cretaceous Echinodermata. *In* Dixon *The Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex*. London.

FOURTAU (R.), 1914. — Catalogue des Invertébrés fossiles de l'Égypte. Terrains Crétacés. Première partie : Échinodermes. *Geol. Surv. Egypt, Palaeont. Ser.*, n° 2, 109 p., 8 pl.

GAUTHIER (V.), 1886. — Description de trois Échinides nouveaux recueillis dans la craie de l'Aube et de l'Yonne. *C. R. Assoc. franç. Avanc. Sc., Congr.* Grenoble, 356-362, pl. VI.

— 1887. — Description des espèces de la Craie de Reims et de quelques espèces nouvelles de l'Aube et de l'Yonne. *In* Peron 1887, 223-255, pl. IV-VII.

GIERS (R.), 1964. — Die Grossefauna der Mukronatenkreide (unteres Obercampan) in ostlichen Munsterland. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **7**, 213-294, 8 pl.

GISLEN (T.), 1924. — Echinoderm Studies. *Zool. Bidr. Uppsala*, **9**.

GOLDFUSS (A.), 1826. — *Petrefacta Germaniae*. Dusseldorf, Arnz, 252 p., 71 pl.

GOLDRING (R.) et STEPHENSON (D. G.), 1970. — Did *Micraster* burrow? *Geol. Journ., Special Issue N° 3*, 179-184.

GRATELOUP, 1836. — Mémoire de géo-zoologie sur les oursins fossiles (Échinides), qui se rencontrent dans les terrains calcaires des environs de Dax (département des Landes). *Actes Soc. linn. Bordeaux*, **8**, n° 3, 88 p., 2 pl.

GROSSOUVRE (A. de), 1895-1901. — Recherches sur la craie supérieure. Première partie : Stratigraphie générale. *Mém. Carte géol. dét. France*, 1013 p., 3 pl.

HAGENOW, 1840. — Monographie der Rugen'schen Kreidieversteinerungen. *Jb. Min. Geol. Petref. Leonhard u. Bronn.*

HANCOCK (J. M.), 1961. — The Cretaceous system in Northern Ireland. *Quart. J. Geol. Soc., Lond.*, **117**, 11-36.

HAWKINS (H. L.), 1936. — Palaeontology and Humanity. *Rep. Brit. Assoc. Adv. Sci.* (Blackpool), 57-80.

HÉBERT (E.), 1856. — Tableau des fossiles de la Craie de Meudon et description de quelques espèces nouvelles. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (2), **5**, pl. 19.

— 1876. — Note sur le terrain crétacé de l'Yonne. *Bull. Soc. Sci. Hist. nat. Yonne*, **30**, 15-46.

— 1863. — Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), **20**, 605-631.

— 1880. — Recherches sur la Craie supérieure des Pyrénées. *C. R. Acad. Sc.*, 8 novembre 1880.

HEINZ (R.), 1926. — Beitrag zur Kenntnis der Stratigraphie und Tektonik der oberen Kreide Lüneburgs. *Mitt. Min.-Geol. Staat. Hamburg*, **8**, 1-109.

JEANNET (A.), 1933. — Sur quelques Échinides néocomiens du Vorarlberg. *Eclogae geol. Helv.*, **26**, 233-234.

Source : MNHN, Paris

—. 1935. — Sur deux Echinides irréguliers du Crétacé inférieur d'Ibiza (Baléares). *Proc. Roy. Acad. Amsterdam*, **38**, 181-185.

JEFFERIES (R. P. S.), 1963. — The Stratigraphy of the *Actinocamax plenus* subzone (Turonian) in the Anglo-Paris Basin. *Proc. Geol. Ass., Lond.*, **74**, 1-33.

KENNEDY (W. J.), 1967. — Burrows and surface traces from the Lower Chalk of Southern England. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist.* (*Geol.*), **15**, n° 3, 40 p., 9 pl.

KERMACK (K. A.), 1954. — A Biometric Study of *Micraster coranguinum* and *M.* (*Isomicraster*) *senonensis*. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.*, (B), **237**, 375-428, 3 pl.

KLEIN (J. T.), 1734. — *Naturalis dispositio Echinodermatum. Accessit lucubratiuncula de aculeis Echinorum marinorum, cum spicilegio de Belemnitis*. Gedani, Schreiber, 79 p., 37 pl.

KONCIEL (R.), 1936. — Sur quelques Échinides de la Craie supérieure de Krasne Siolo près Wakowysk. *Trav. Soc. Sci. Lettres Wilno*, (*Sci. Math. nat.*), **X**, n° 23.

— 1962. — On Belemnites from Maastrichtian, Campanian and Santonian sediments in the Middle Vistula Valley, (Central Poland). *Prace Muzeum Ziemi*, n° 5.

LACVIVIER (de), 1877. — Note sur un *Micraster* nouveau (*Micraster Heberti*). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **5**, 537-540, pl. 8.

LAMARCK (J.-B. de), 1816. — *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. T. III. Paris, Verdière.

LAMBERT (J.), 1878. — Notice stratigraphique sur l'étage Sénonien aux environs de Sens. 63 p., *in* Cotteau 1878.

— 1879. — Note sur la Craie du département de l'Yonne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), 7, 202-207.

— 1882. — Note sur la Craie du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3), **10**, 427-434.

— 1889. — Note sur le développement de l'*Echinospatangus neocomiensis* d'Orbigny. *Bull. Soc. Sc. Hist. nat. Yonne*, 19 p.

— 1892. — Recherches sur les Échinides de l'Aptien de Grandpré. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **20**, 38-100.

— 1895 et 1901. — Essai d'une monographie du genre *Micraster* et notes sur quelques Échinides. *In* de Grossouvre 1895-1901, pp. 149-267 et 957-971.

— 1896. — Note sur quelques Échinides crétacés de Madagascar. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **24**, 313-332, pls. 10-13.

— 1902 *a*. — Souvenirs sur la géologie du Sénonais. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, 2e semestre 1902, 21 p.

— 1902 *b*. — Description des Échinides fossiles de la Province de Barcelone. *Mém. Soc. géol. Fr., Paléont.*, **24**, 58 p., 4 pl.

— 1903. — Note sur quelques nouveaux Échinides crétacés de Madagascar. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), **3**, 75-88, pl. 3.

— 1904. — Note sur quelques Échinides du Barrémien du Gard communiqués par MM. Sayn et Roman. *Ibid.*, (4), **4**, 841-846.

— 1910. — Note sur quelques Échinides recueillis par M. Dalloni dans les Pyrénées de l'Aragon. *Ibid.*, (4), **10**, 808-815, pl. 15.

— 1911. — Description des Échinides crétacés de la Belgique (principalement de ceux conservés au Musée royal de Bruxelles). II. Échinides de l'étage Sénonien. *Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, **4**, 81 p., 3 pl.

— 1913. — Note sur quelques Échinides recueillis dans l'étage Albien de Sancerre et communiqués par M. le Président Curet. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, 2e semestre 1912, 81-88.

— 1916. — Sur l'existence de l'étage Valangien et sur l'oscillation barrémienne dans l'Aube et dans l'Yonne avec observations sur les échinides de ces étages. *Mém. Soc. Acad. Aube*, **80**, 19-94.

— 1919. — Échinides fossiles des environs de Santander recueillis par M. L. Mengaud. I. *Ann. Soc. linn. Lyon*, **66**, 32 p., 3 pl.

— 1920 *a*. — Sur quelques genres nouveaux d'Échinides. *Mém. Soc. Acad. Aube*, (3), **56**, 145-172, 2 pl.

— 1920 *b*. — Échinides fossiles des environs de Santander recueillis par M. L. Mengaud. II. *Ann. Soc. linn. Lyon*, **67**, 16 p.

— 1922 *a*. — Échinides fossiles de la Province de Santander. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, (*Geol.*), **28**, 26 p., 2 pl.

Source : MNHN, Paris

— 1922 *b*. — Échinides vivants et fossiles recueillis à Madagascar par M. Raymond Decary. *Mém. Soc. Acad. Aube*, (3), 45 p., pl. 8.

— 1927-1928. — Révision des Échinides fossiles de la Catalogne. *Mém. Mus. Cienc. Nat. Barcelona*, (*Geol.*), **1**, 102 p., 4 pl.

— 1928. — Note sur quelques Échinides du Crétacé d'Espagne communiqués par M. le Prof. Royo y Comez. *Bol. R. Soc. Espan. Hist. Nat.*, **28**, 147-157.

— 1931-1932. — Étude sur les Échinides fossiles du Nord de l'Afrique. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (*N. S.*), **7**, n° 16, 228 p., 8 pl.

— 1933. — Échinides de Madagascar communiqués par M. H. Besairie. *Ann. géol. Serv. Mines Madagascar*, n° 3, 7-49, 4 pl.

— 1933-1937. — Échinides fossiles du Maroc. Introductions stratigraphiques par H. Termier. *Notes et Mém. Serv. Mines, Carte géol. Maroc*, n° 27, 79 p., 3 pl., n° 39, 109 p., 4 pl.

— 1936. — Nouveaux Échinides fossiles de Madagascar. *Ann. géol. Serv. Mines Madagascar*, n° 6, 32 p., 4 pl.

LAMBERT (J.) et CHARLES (F.), 1937. — Échinides crétacés de la région de Djidde (Anatolie). *Bull. Soc. Belg. de Géol., de Paléont. et d'Hydrologie*, **47**, 377-401, pl. 8 et 9.

LAMBERT (J.) et JEANNET (A.), 1928. — Nouveau catalogue des moules d'Échinides fossiles du Musée d'Histoire naturelle de Neuchâtel. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.*, **64**, n° 2, 79-233, 2 pl.

LAMBERT (J.) et THIERY (P.), 1909-1925. — *Essai de nomenclature raisonnée des Échinides*. Chaumont, Ferrière. 607 p., 15 pl.

LECOINTRE (C.), 1937. — Contributions *in* Sornay 1937.

LESKE (N. G.), 1778. — *Jacobi Theodori Klein Naturalis Dispositio Echinodermatum. Addimenta ad Kleinii dispositionem Echinodermatum*. Lipsiae, Officina Cleditschiana. XXII + 279 p., 54 pl.

LEYMERIE (A.) et COTTEAU (C.), 1856. — Catalogue des Échinides fossiles des Pyrénées. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), **8**, 319-335.

LISTER (M.), 1678. — *Historia Animalium Angliae*. London.

LORIOL (P. de), 1873. — Échinologie Helvétique, 2e partie, Échinides de la Période crétacée. *Matériaux pour la Paléontologie Suisse, publiés par F. J. Pictet*, 6e sér., 398 p., 33 pl.

— 1887. — Sur les Échinides crétacés du Portugal. *Assoc. franç. Avanc. Sc.*, **16**, 515-517.

LOVEN (S.), 1874-1875. — Études sur les Échinoïdées. *Kungl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl.*, **II**, n° 7, 91 p., 53 pl.

LUIDIUS (E.), 1699. — *Lithophylacii Britannici ichnographia*. Oxford.

MACZYNSKA (S. S.), 1968. — Echinoids of the Cenus *Micraster* L. Agassiz from the Upper Cretaceous of the Cracow-Miechow area. *Prace Muzeum Ziemi*, n° 12, 87-164, 28 pl.

MANTELL (G.), 1822. — *The Fossils of the South Downs or Illustrations of the Geology of Sussex*. London.

MEYER (C. J. A.), 1878. — Micrasters in the English Chalk — Two or more Species?. *Geol. Mag.*, (2), **5**, 113-117.

MIDDLEMISS (F. A.) et al., 1970. — Summer Field Meeting in Provence. *Proc. Geol. Ass. Lond.*, **81**, 363-396.

MITROVIC (J.), 1963. — Comparaison des Échinides du Crétacé inférieur en Serbie avec les Échinides du même âge au S.-E. de la France. *Ann. géol. Péninsule Balkanique*, **30**.

MORTENSEN (T.), 1924. — Pighude (Echinodermer). *Danmarks Fauna*, **27**. Kobenhavn.

— 1950-1951. — *A Monograph of the Echinoidea*. V. Spatangoida. Copenhagen, Reitzel. V. I. Spatangoida 1, 432 p., 25 pl., 1950; V. 2. Spatangoida II, 593 p., 64 pl., 1951.

MOSKVIN (M. M.) et POSLAVSKAIA (N. A.), 1959. — *Atlas de la faune crétacée supérieure du Caucase septentrional et de Crimée*. Moscou, 304 p., 91 pl. (en russe).

NAIDIN (D. P.), 1959. — On the Paleogeography of the Russian Platform during the Upper Cretaceous Epoch. *Stock. Contrib. Geol.*, **3**, 127-138.

— 1960. — The Stratigraphy of the Upper Cretaceous of the Russian Platform. *Ibid.*, **6**, 39-61.

NICHOLS (D.), 1959. — Changes in the heart-urchin *Micraster* interpreted in relation to living forms. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.*, (B), **242**, 347-437.

Source : MNHN, Paris

NIETSCH (H.), 1921. — Die Irregulären Echiniden der Pommerschen Kreide. *Abhandl. Geol.-Pal. Inst. Univ. Greifswald*, **2**, 47 p.

NOETH (L.), 1938. — Dos especies de equinidos del neocomiano de Colombia. *Estudios geol. y paleont. sobre Cordillera Oriental de Colombia*, **3**, 122-127.

NOWAK (J.), 1909 *a*. — Cliederung der oberen Kreide in der Umgebung von Halicz. *Bull. Acad. Sc. Cracovie*, **2**, 871-877, pl. 46.

— 1909 *b*. — Zur Kenntnis des Senons im Konigreich Polen. *Ibid.*, **2**, 973-989, pl. 49.

ODUM (H.), 1926. — Studier over Daniet i Julland og paa Fyn. *Danmarks Geol. Unders.*, (2), **45**, 280 p., 6 pl.

ORBIGNY (A. d'), 1842. — *Paléontologie française*, terrains crétacés II. Castropodes. Paris, Masson.

— 1853-1855. — *Ibid.*, terrains crétacés VI, Échinides irréguliers. Paris, Masson.

PARENT (H.), 1892 *a*. — Description de quelques oursins nouveaux de la craie blanche. *Ann. Soc. géol. Nord*, **20**, 8-21, 2 pl.

— 1892 *b*. — Étude sur la Craie à *Micraster* du Boulonnais et sur les plissements de la craie dans cette région. *Ibid.*, **20**, 304-332.

PARKINSON, 1811. — *Organic remains of a former world*. Vol. III. London.

PASTERNAK (S. I.), CAVILISHIN (V. I.), et al., 1968. — *Stratigraphie et faune des dépôts crétacés de l'ouest de l'Ukraine (excepté les Carpathes)*. Kiev. (En ukraïnien).

PEAKE (N. B.) et HANCOCK (J. M.), 1970. — The Upper Cretaceous of Norfolk. In *The Geology of Norfolk*. Norwich, Geological Society of Norfolk, 293-339 + 339 A-J, 2 pl.

PEAKE (N. B.) et MELVILLE (R. V.), 1970. — Proposed use of the Plenary Powers to vary the neotype designated by Wind (1959) for *Echinocorys scutata* Leske, 1778 (Class Echinoidea). *Bull. zool. Nomencl.*, **27**, 55-59, 2 pl.

PERON (A.), 1877. — Faune des calcaires à Échinides de Rennes-les-Bains et sur quelques fossiles du terrain crétacé supérieur. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **5**, 520-535, pl. 7.

— 1887. — Notes pour servir à l'histoire du terrain de craie dans le sud-est du Bassin Anglo-Parisien. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, **41**, 280 p., 8 pl.

— 1902. — Étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), **1**, 505-536.

PETITOT (M.-L.), 1961-1962. — Contribution à l'étude des Échinides fossiles du Maroc (Jurassique et Crétacé). *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, n° 146, 183 p., 17 pl., 20 tab., 10 cartes.

PHILLIPS (J.), 1835. — *Illustrations of the Geology of Yorkshire : or, a description of the strata and organic remains.*

PLOTT (R.), 1676. — *Natural History of Oxfordshire.*

POLVÈCHE (P.), 1957. — Contributions *in* Sornay 1957.

POMEL (A.), 1869. — *Revue des Échinodermes et de leur classification pour servir d'introduction à l'étude des fossiles*. Paris, Deyrolle, 67 p.

— 1883. — *Classification méthodique et Genera des Échinides vivants et fossiles*. Alger, Jourdan, 132 p., 1 pl.

POSLAVSKAIA (N. A.), 1964. — L'ordre Spatangoida *in* ORLOV (J. A.). *Manuel de paléontologie et géologie de l'U.R.S.S.*, t. 10. Moscou. (En russe).

QUENSTEDT (F. A.), 1874. — *Petrefactenkunde Deutschlands*. Abt. I, Bd. 3, Die Echiniden. Leipzig, Fues's Verlag.

RAABE (H.), 1966. — Die irregularen Echiniden aus dem Cenoman und Turon der Baskischen Depression (Nordspanien). *Neues. Jahrb. Geol. Paleont.*, **127**, 82-126, pl. 7-11.

RAULIN (V.) et LEYMERIE (A.), 1858. — *Statistique géologique du département de l'Yonne*. Auxerre.

RAVN (J. P. J.), 1927. — De irregulaere Echinider i Danmarks Kridtavlejringer. *Kgl. Danske Vid. Selsk. Skr.*, (8), **11**, n° 4.

RIOS (J. M.), 1961. — A geological itinerary through the Spanish Pyrenees. *Proc. Geol. Ass. Lond.*, **72**, 359-371.

RIOS (J. M.) et HANCOCK (J. M.), 1961. — Summer Field Meeting in the Spanish Pyrenees. *Ibid.*, **72**, 373-390.

Source : MNHN, Paris

ROMAN (J.), 1965. — Morphologie et évolution des Échinolampas (Échinides Cassiduloïdes). *Mémoires du Muséum, Sciences de la Terre*, **XV**, 341 p., 12 pl.

ROWE (A. W.), 1899. — An Analysis of the Genus *Micraster*, as determined by rigid zonal collecting from the Zone of *Rhynchonella Cuvieri* to that of *Micraster cor-anguinum*. *Quart. J. Geol. Soc. Lond.*, **55**, 494-547, pl. 35-39.

SASTRY (M. V. A.) et RAO (B. R. J.), 1964. — Cretaceous-Tertiary boundary in south India. *International Geol. Congress, 22nd Session*, India, Part III, Section 3, 92-103.

SAVCHINSKAYA (O. V.), 1967. — The Composition and Stratigraphical Character of Echinoids from the Upper Cretaceous of the Donetz Basin. *Paleontological Magazine*, **4**, 47-55. Lvov. (En russe avec sommaire en anglais).

SAVIN (L.), 1902. — Note sur quelques Échinides du Dauphiné et autres régions. *Bull. Soc. dè Stat. de l'Isère*, (4), **6**, 23 p., 4 pl.

— 1903. — Catalogue raisonné des Échinides fossiles du département de la Savoie. *Bull. Soc. Hist. nat. Savoie*, (2), **8**, 193 p., 3 pl.

— 1905. — Révision des Échinides du département de l'Isère. *Bull. Soc. de Stat. de l'Isère*, (4), **8**, 324 p., 8 pl.

SCHLUTER (C.), 1869. — Fossile Echinodermen des nördlichen Deutschlands. *Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl.*, **26**, 225-253, 3 pl.

SEUNES (J.), 1888. — Échinides crétacés des Pyrénées occidentales, I. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **16**, 791-814, pl. 28-31.

— 1891. — Échinides crétacés des Pyrénées occidentales, III. *Ibid.*, (3), **19**, 23-33, pl. I-V.

SISMONDA (E.), 1843. — Memoria geo-zoologica sugli Echinidi fossili del Contado di Nizza. *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, **6**, 341-412, 2 pl.

SMISER (J. S.), 1935. — A Monograph of the Belgian Cretaceous Echinoids. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.*, n° 68, 98 p., 9 pl.

— 1936. — Cretaceous Echinoids from the Trans-Pecos, Texas. *J. Paleont.*, 10, n° 6.

SORNAY (J.), 1957. — *Lexique stratigraphique international*. I, 4a, VI Crétacé. Édit. C.N.R.S., Louis-Jean, Cap, 403 p., cartes.

STOLICZKA (F.), 1873. — The Cretaceous fauna of southern India, the Echinodermata. *Mem. Geol. Surv. India*, (8), **4**, n° 3, 59 p., 7 pl.

STOLLEY (E.), 1892. — Die Kreide Schleswig-Holsteins. *Mitt. Mineral. Inst. Kiel*, **1**, 191-309, pl. 7-10.

SZORENYI (E.), 1955. — Échinides crétacés de la Bakony. *Geol. Hung.*, (*Palaeont.*), **26**, 286 p., 22 pl.

TERMIER (H.) et TERMIER (G.), 1952. — *Histoire géologique de la Biosphère*. Paris, Masson. 721 p., 8 pl., 35 cartes.

URSIN (E.), 1960. — A quantitative investigation of the Echinoderm fauna of the central North Sea. *Medd. Dansk. Fisk. Havund.*, (*N. S.*), **2**, n° 24, 204 p.

VALETTE (Dom A.), 1907. — Révision des Échinides fossiles de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, (4), **10**, 385 p.

WOLLEMANN (A.), 1902. — Die Fauna der Lüneburger Kreide. *Abh. K. Preuss. Geol. Londes.*, (*N. F.*), **37**, 129 p.

WRIGHT (C. W.) et WRIGHT (E. V.), 1942. — The Chalk of the Yorkshire Wolds. *Proc. Geol. Ass. Lond.*, **53**, 112-126.

WRIGHT (T.), 1864-1882. — Monograph on the British Fossil Echinodermata from the Cretaceous Formations. **1** — The Echinoidea. *Palaeontogr. Soc.* (*Monogr.*), 371 p., 80 pl.

YONCE (C. M.), 1949. — *The Sea Shore*. Fontana New Naturalist Series. London, Collins. 311 p.

ZOEKE (E.), 1951. — Étude des plaques des *Hemiaster*. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, **23**, n° 6, 696-705.

ZURCHER (P.) et ARNAUD (H.), 1888. — Compte rendu de l'excursion à Meschers et Talmont. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **15**, p. 824.

Source : MNHN, Paris

PLANCHES

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

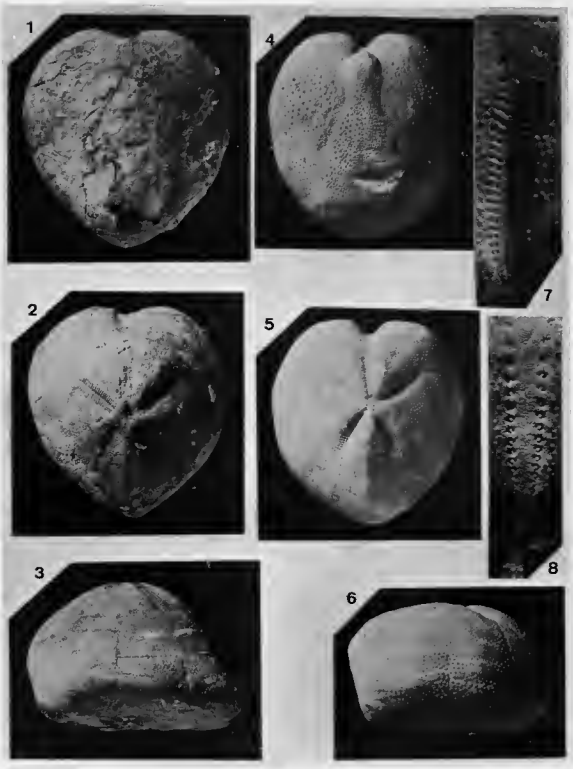


PLANCHE 1

FIGS. 1-3. — *M. aturicus* Hébert, Campanien, Ermitage de Seita (Espagne) (coll. Lambert). Face orale, face apicale, profil droit (× 1).

FIGS. 4-8. — *M. brongniarti* Hébert, Campanien, Meudon (coll. Muséum, Paléont.). 4-6 : Face orale, face apicale, profil droit (× 1) ; 7, 8 : Pétale IV, pétale III (× 4).

MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

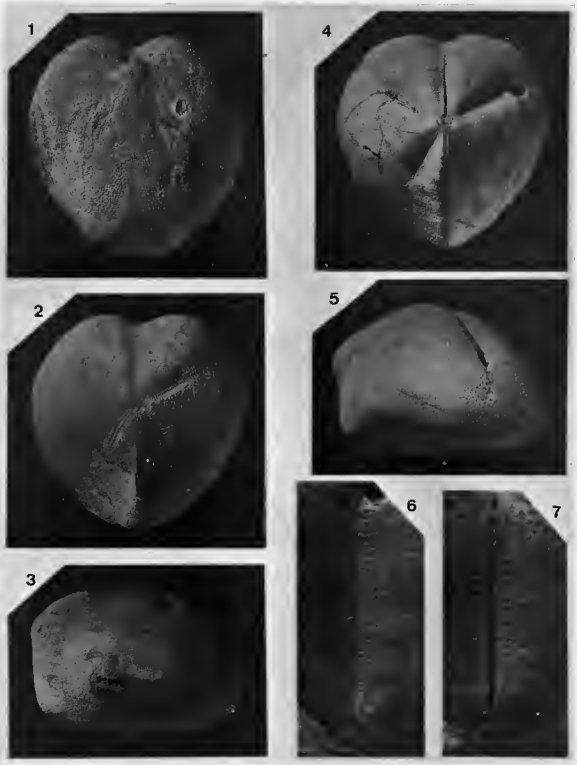


PLANCHE II

FIGS. 1-3. — *M. coranguinum* (Leske), Coniacien inférieur, Stafihorst (Allemagne) (coll. Spiegler). Face orale, face apicale, profil droit (× 1).

FIGS. 4-7. — *M. coranguinum rostratus* (Mantell), Sénonien K, Saint-Martin (Yonne) (coll. Lambert). 4, 5 : Face apicale, profil droit (× 1); 6, 7 : Pétale II, pétale III (× 3).

Source : MNHN, Paris

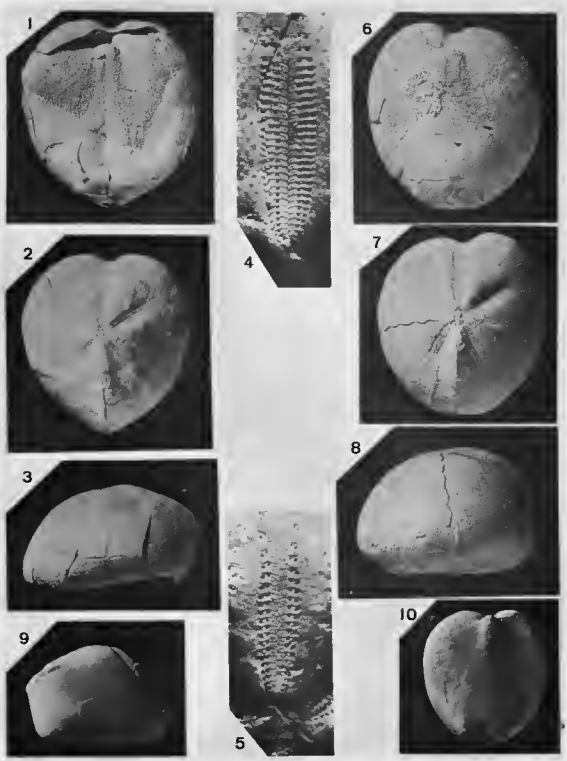


PLANCHE III

FIGS. 1-5. — *M. coranguinum simpsoni* n. subsp., niveau à *E. scutata* var. *tectiformis*, Saltdean (Sussex) (coll. Simpson). Spécimen-type. 1-3 : Face orale, face apicale, profil gauche (× 1); 4, 5 : Pétale IV, pétale III (× 4).

FIGS. 6-8. — *M. corcolumbarium* Desor, Campanien, Montesquieu (Espagne) (coll. Lambert). Néotype de Lambert. Face orale, face apicale, profil gauche (× 1,5).

FIG. 9, 10. — *M. coravium* Poslavskaia, Campanien inférieur, U.R.S.S. (coll. Muzeum Ziemi n° Ee-640). Face orale, profil droit (× 1).

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

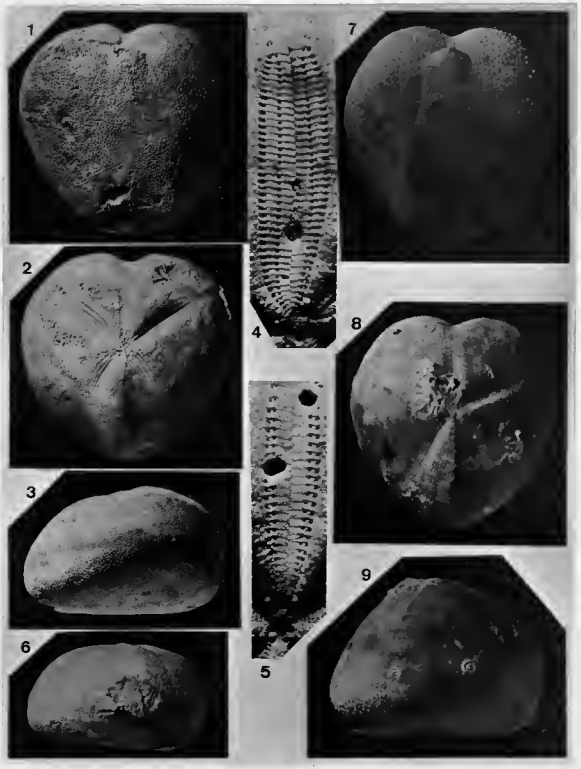


PLANCHE IV

FIGS. 1-5. — *M. douvillei* Lambert, Santonien, Santa Marina (Santander) (coll. Lambert). 1-3 : Face orale, face apicale, profil gauche (× 1); 4, 5 (spécimen-type, localité, niveau et collection idem) : Pétale II, pétale III (× 4).

FIGS. 6. — *M. regularis* Arnaud, Campanien inférieur, Tugéras-Jonzac (Charente-Maritime) (coll. Muséum, Paléont.). Profil gauche (× 1).

FIGS. 7-9. — *M. fastigatus* Gauthier, Sénonien N, Muizon (Marne) (coll. Lambert). Face orale, face apicale, profil gauche (× 1).

Source : MNHN, Paris

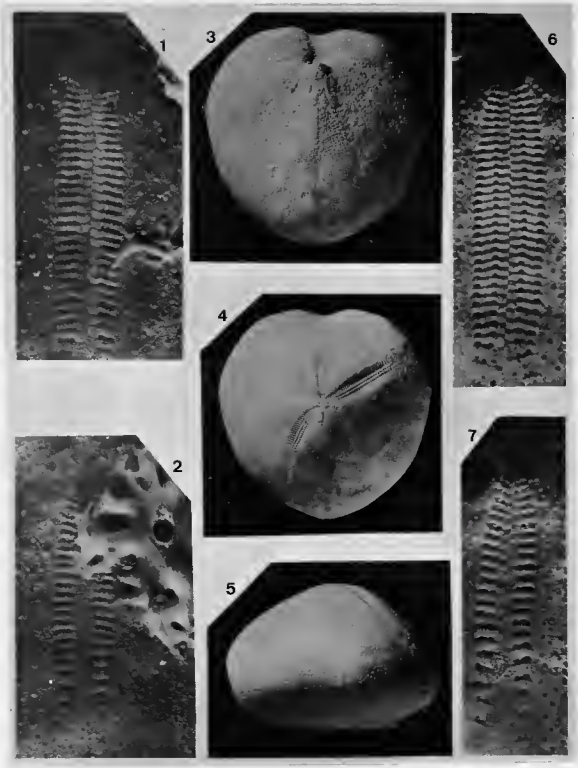


PLANCHE V

FIGS. 1, 2. — *M. fastigatus*, exemplaire de la pl. IV, figs. 7-9. — Pétale IV, pétale III (× 4).

FIGS. 3-7. — *M. gibbus* (Lamarck), Sénonien H, Maillot (Yonne) (coll. Lambert). 3-5 : Face orale, face apicale, profil droit (× 1); 6, 7 : Pétale IV, pétale III (× 4).

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

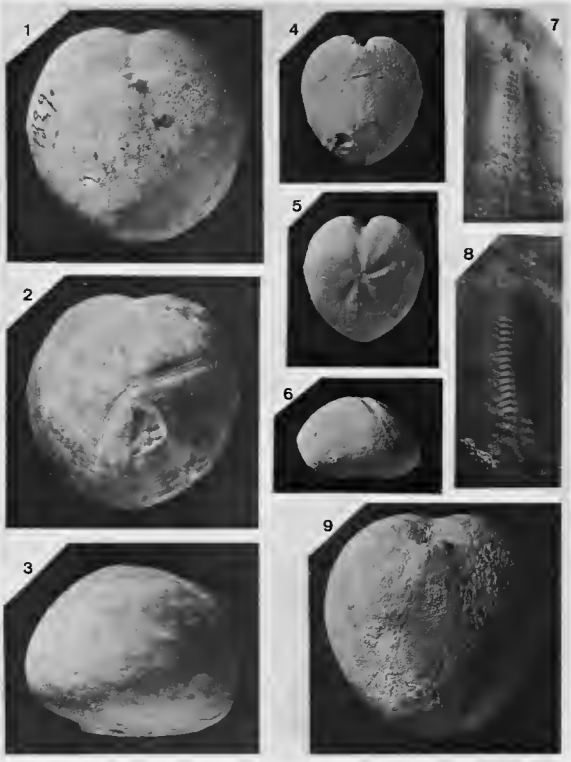


PLANCHE VI

FIGS. 1-3. — *M. gosseleti* Cayeux, Coniacien, Ennequin (Lille) (coll. Lambert). Face orale, face apicale, profil gauche (× 1).

FIGS. 4-8. — *M. grimmensis* Nietsch. Campanien supérieur, Wolsu (U.R.S.S.) (coll. Muzeum Ziemi n° Ee-641). 4-6 : Face orale, face apicale, profil droit (× 1) ; 7, 8 : Pétale III, pétale II (× 4).

FIG. 9. — *M. heberti* de Lacvivier, Santonien, Loredo (Santander) (coll. Lambert). Face orale (× 1).

Source : MNHN, Paris

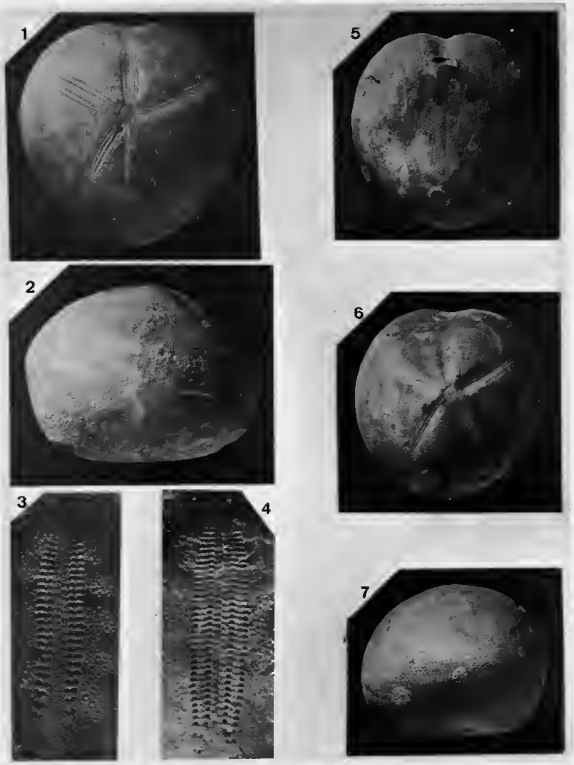


PLANCHE VII

FIGS. 1-4. — *M. heberti*, exemplaire de la pl. VI, fig. 9. — 1, 2 : Face apicale, profil droit (× 1) ; 3, 4 : Pétale III, pétale IV (× 3).

FIGS. 5-7. — *M. mengaudi* Lambert, Campanien, Cabo Menor (Santander) (coll. Lambert). Spécimen-type. Face orale, face apicale, profil gauche (× 1).

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

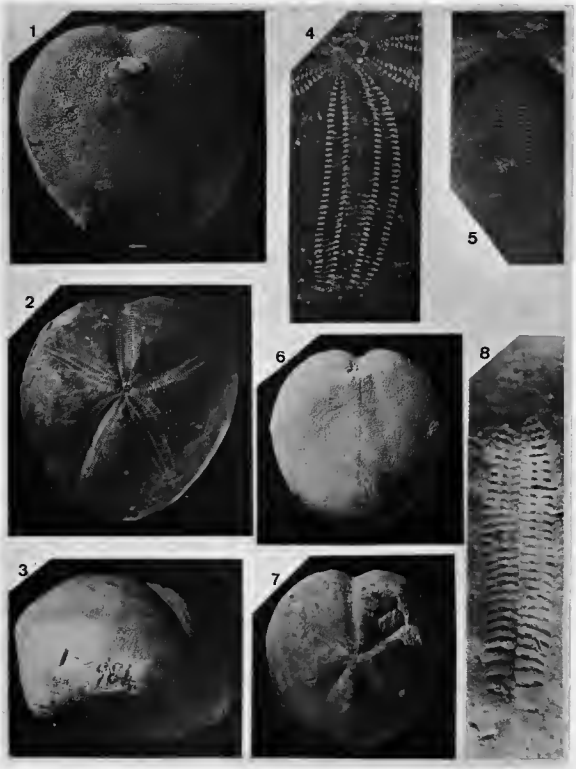


PLANCHE VIII

FIGS. 1-4. — *M. peini* Coquand, Santonien, Kanguet Merouna (Tunisie) (coll. Lambert n° 984 T). 1-3 : Face orale, face apicale, profil droit (× 1); 4 : Pétale I (× 3).

FIG. 5. — *M. peini*, autre exemplaire (niveau, localité et collection idem) : Pétale III (× 4).

FIGS. 6, 7. — *M. regularis*, exemplaire de la pl. IV, fig. 6. — Face orale, face apicale (× 1).

FIG. 8. — *M. renati* (Gauthier), Sénonien F, Cochepie (Yonne) (coll. Lambert). Pétale IV (× 4).

Source : MNHN, Paris

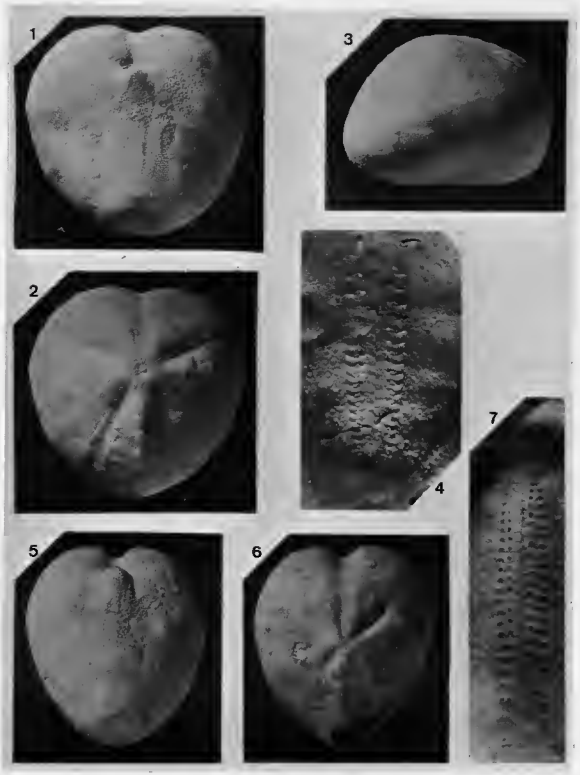


PLANCHE IX

FIGS. 1-4. — *M. renati*, exemplaire de la pl. VIII, fig. 8. — 1-3 : Face orale, face apicale, profil gauche (× 1) ; 4 : Pétale III (× 4).

FIGS. 5-7. — *M. schroederi* Stolley, Sénonien O, Saint-Aignan (Yonne) (coll. Lambert). 5, 6 : Face orale, face apicale (× 1) ; 7 : Pétale IV (× 5).

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

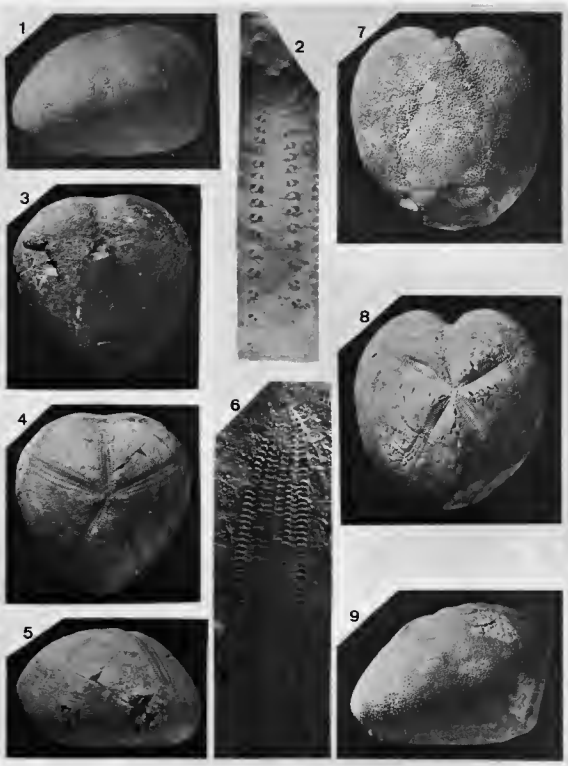


PLANCHE X

FIGS. 1, 2. — *M. schroederi*, exemplaire de la pl. IX, figs. 5-7. — 1 : Profil gauche (× 1) ; 2 : Pétale III (× 5).

FIGS. 3-5. — *M. nobilis* (Stoliczka), Campanien, Est de Mitraiky (O. Madagascar) (coll. Lambert). Face orale, face apicale, profil droit (× 1).

FIG. 6. — *M. nobilis*, sommet du Campanien, O. de Ankihaihila (Madagascar) (coll. H. et C. Termier). Pétale IV (× 3).

FIGS. 7-9. — *M. sismondai* Lambert, Campanien supérieur, La Palarea (Nice) (coll. Lambert). Spécimen-type. Face orale, face apicale, profil gauche (× 1).

Source : MNHN, Paris

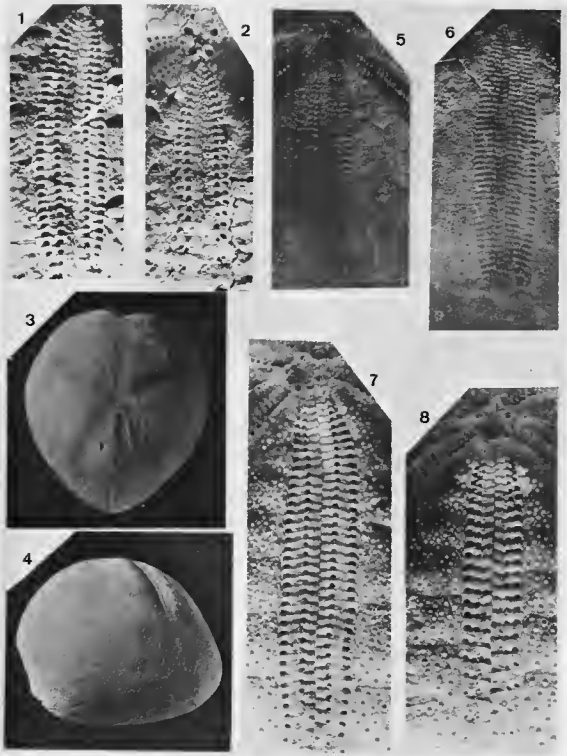


PLANCHE XI

FIGS. 1, 2. — *M. sismondai*, exemplaire de la pl. X, figs. 7-9. — Pétale II, pétale III (× 4).

FIGS. 3-6. — *M. solignaci* n. sp., Campanien, Koudiat Melhab (Tunisie) (coll. Lambert). Spécimen-type. 3, 4 : Face apicale, profil droit (× 1); 5, 6 : Pétale III, pétale II (× 3).

FIGS. 7, 8. — *M. turonensis* (Bayle), Craie de Villedieu, Villedieu (Loir-et-Cher) (coll. de Grossouvre). Pétale IV, pétale III (× 4).

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

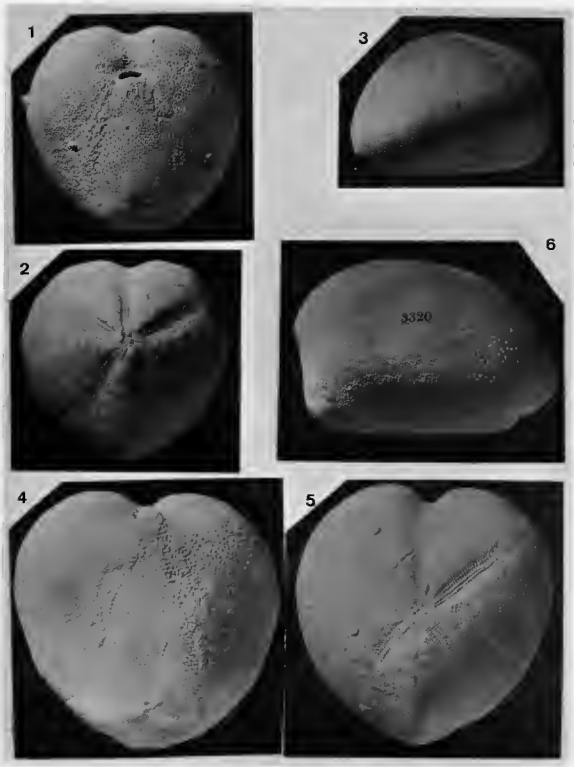


PLANCHE XII

FIGS. 1-3. — *M. turonensis*, exemplaire de la pl. XI, figs. 7, 8. — Face orale, face apicale, profil gauche (× 1).

FIGS. 4-6. — *M. westlakei* n. sp., Campanien supérieur, Tichbourne Farm (Hampshire) (coll. Westlake n° 3320 et 3321). 4 (3321) : Face orale ; 5, 6 (3320 spécimen-type) : face apicale, profil droit (× 1).

Source : MNHN, Paris

IMPRIMERIE NATIONALE

4 564 014 6

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

3 FEVR. 1975

ÉDITIONS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

En vente à la Bibliothèque centrale du Muséum,
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris
C.C.P. : Paris 9062-62

Annuaire du Muséum national d'Histoire naturelle (paraît depuis 1939).
Archives du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1802. In-4°, sans périodicité).
Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1895 ; 6 numéros par an).
Grands naturalistes français (depuis 1952. Sans périodicité).
Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1936. Depuis 1950, nouvelle série en 3 (puis 4) parties : A. Zoologie ; B. Botanique ; C. Sciences de la terre ; D. Sciences physico-chimiques. Sans périodicité).
Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient (depuis 1933. In-4°, sans périodicité).
Publications du Muséum national d'Histoire naturelle (depuis 1933. Sans périodicité).

PUBLICATIONS DES LABORATOIRES DU MUSÉUM

En vente à l'adresse de chaque laboratoire

Bulletin du Laboratoire maritime de Dinard (Ille-et-Vilaine). Depuis 1928.
Objets et Mondes. La revue du Musée de l'Homme. Directeur : M. J. Millot, Palais de Chaillot, 75116 Paris ; depuis 1961 ; trimestriel.
Mammalia. Morphologie, Biologie, Systématique des Mammifères. Directeur : M. J. Dorst, Laboratoire de Zoologie des Mammifères, 55, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1936 ; trimestriel.
Index Seminum Horti parisiensis. Service des Cultures, 61, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1822 ; échange.
Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée, suite de *Revue internationale de Botanique appliquée et d'Agriculture coloniale*, depuis 1954. Laboratoire d'ethnobotanique, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.
Adansonia (suite aux *Notulae Systematicae*). Directeur : M. A. Aubréville, Laboratoire de Phanérogamie, 16, rue Buffon, 75005 Paris ; sans périodicité.
Revue Algologique. Directeur : M. R. Lami, Laboratoire de Cryptogamie, 12, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1924.
Revue Bryologique et Lichénologique. Directeur : Mme V. Allorge, Laboratoire de Cryptogamie ; depuis 1874.
Revue de Mycologie. Directeur : M. Roger Heim, Laboratoire de Cryptogamie ; depuis 1928.
Cahiers de La Maboké. Directeur : M. Roger Heim, Laboratoire de Cryptogamie, 12, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1963.
Pollen et Spores. Directeur : Mme Van Campo, Laboratoire de Palynologie, 61, rue Buffon, 75005 Paris ; depuis 1959 ; semestriel.

Source : MNHN, Paris